



***IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NUMA
AUTARQUIA UTILIZANDO SOFTWARE
LIVRE E DE CÓDIGO ABERTO***

António José Fernandes da Silva

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
da Universidade Nova de Lisboa

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NUMA AUTARQUIA UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE E DE CÓDIGO ABERTO

Dissertação orientada por
Professor Doutor Jorge Gustavo Rocha

Novembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Foram várias as pessoas que contribuíram, de forma diversa, para que este trabalho pudesse ser levado a bom termo. A todas elas que, directa ou indirectamente, me deram apoio, incentivo, equilíbrio e amizade, o meu mais sincero agradecimento.

Em especial gostaria de agradecer às seguintes pessoas e instituições:

Esta dissertação não poderia ter sido realizada sem a orientação, apoio, ensinamentos e amizade do Professor Jorge Gustavo Rocha, a quem em primeiro lugar, expresso o meu reconhecimento.

À Câmara Municipal de Águeda, na pessoa do seu presidente, Dr. Gil Nadais, por me ter aberto as portas da autarquia para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos Miguel Tavares, Jacinto Estima, Hugo Martins e Hugo Teixeira, pelo apoio e incentivo constantes.

À Professora Ana Rita Calvão pela amizade, incentivo, ajuda, capacidade crítica e sugestões dadas ao longo de todo o Mestrado.

Aos meus pais e irmã, que me deram as ferramentas que me capacitaram para o desenvolvimento desta tese e para a vida em geral.

Por fim, e em especial, gostaria de agradecer à minha esposa Adriana, pela disponibilidade, apoio e compreensão pelas minhas ausências no decurso deste trabalho e ao meu filho Miguel que, apesar de ainda pequeno, me ajudou bastante com o seu sorriso diário do tamanho do mundo.

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NUMA AUTARQUIA UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE E DE CÓDIGO ABERTO

RESUMO

Os Sistemas de Informação Geográfica e as Câmaras Municipais desde cedo mantêm um relacionamento estreito. A importância dos SIG nestas organizações, tem vindo a crescer paulatinamente ao longo dos tempos, passando de aplicações instaladas num computador pessoal, a sistemas distribuídos, transversais a toda a organização, com benefícios evidentes.

O fenómeno do recente paradigma do software, o FOSS (Software Livre e de Código Aberto) tem vindo também a ganhar um espaço de destaque nos anos mais recentes, apresentando nos mais diversos domínios, alternativas credíveis ao software proprietário. O FOSS para SIG, não foge a esta regra e existem opções, que cobrem todo o ciclo de vida da Informação Geográfica, quer em qualidade quer em quantidade.

Neste contexto, assume especial relevância o estudo da melhor forma de introdução destas tecnologias numa autarquia, seja através de uma implementação de raiz, ou da migração a partir de software proprietário, por forma a conseguir demonstrar que o GFOSS pode assumir um papel de relevo nas autarquias desempenhando com sucesso todas as tarefas.

O trabalho aqui apresentado, reflecte duas facetas distintas mas complementares. Por um lado apresenta o desenvolvimento de uma metodologia de implementação de GFOSS numa autarquia, por outro um caso de estudo, do município de Águeda, que migrou e desenvolveu aplicações *Web SIG* em FOSS, projecto este que serviu de inspiração para a formulação da metodologia referida.

IMPLEMENTATION OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN LOCAL GOVERNMENT USING FREE AND OPEN SOURCE SOFTWARE

ABSTRACT

The Geographic Information Systems and municipalities earlier demonstrated a close relationship. The importance of GIS in these organizations has been growing steadily over time, from applications installed on a personal computer, to the distributed systems across the entire organization, with obvious benefits.

The phenomenon of the recent paradigm of software, FOSS (Free and Open Source Software) has also been gaining a place of prominence in recent years, featuring in many fields a credible alternative to proprietary software. FOSS for GIS, is no exception to this rule and offers options that cover the entire life-cycle of Geographic Information Systems, both in quality and in quantity.

In this context it is particularly important study the best way to introduce these technologies in a local authority, either through an implementation from scratch, or by the migration from proprietary software in order to be able to demonstrate that the FOSS GIS can play a major role in the local authority performing all tasks successfully.

The work presented here reflects two distinct but complementary facets. On the one hand presents the development of a methodology for implementing a FOSS GIS in a municipality, on the other, a case study in the municipality of Águeda, who migrated and developed in FOSS GIS Web applications, a project that served as inspiration for the formulation the methodology above.

PALAVRAS-CHAVE

Autarquias

Interoperabilidade

Sistemas de Informação Geográfica

Software Livre e de Código Aberto

Standards

KEYWORDS

Local Government

Interoperability

Geographic Information Systems

Free and Open Source Software

Standards

ACRÓNIMOS E DEFINIÇÕES

AMRia – Associação de Municípios da Ria

AmbiRia – Gestão Ambiental na Região da Ria de Aveiro

API – *Application Programming Interface*

BSD – *Berkley Software Distribution*

CAD – Desenho Assistido por Computador (*Computer Aided Design*)

CBA – Análise Custo Benefício (*Cost-Benefit Analysis*)

CIRA – Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro

COTS – *Commercial Off-The-Shelf Software*

DXF – *Drawing Exchange Format*

EPLoc – Software *Desktop* da ESRI Portugal para a impressão de plantas de localização.

ESRI – *Environmental Systems Research Institute*

ETRS 89 – *Sistema de Referência Terrestre Europeu (European Terrestrial Reference System)*

FAQ – Perguntas Frequentes (*Frequent Asked Questions*)

FOSS – Software Livre e de Código Aberto(*Free and Open Source Software*)

FOSS4G – *Free and Open Source Software for Geospatial Conference*

FSD – *Free Software Definition*

FSF – *Free Software Foundation*

GAMA – Grande Área Metropolitana de Aveiro

GFOSS – Software Livre e de Código aberto para SIG (*Geospatial Free and Open Source Software*)

GML – *Geography Markup Language*

GNU – *GNU is Not Unix*

GPL – *GNU Public License*

GProc – Software da ESRI Portugal para Gestão de Processos Urbanísticos

GPS – Sistema Global de Posicionamento (*Global Positioning System*)

GRASS - *Geographic Resources Analysis Support System*

GUI - Interface Gráfico (*Graphical User Interface*)

gvSIG - *generalitat valenciana Sistemas de Información Geografica*

IG - Informação Geográfica

IGT - Instrumentos de Gestão do Território

INSPIRE - *Infrastructure for Spatial Information in the European Community*

IRC - *Internet Relay Chat*

JVM - Máquina Virtual de Java (*Java Virtual Machine*)

LGPL - *Lesser GNU Public Lincense*

LTS - Suporte a Longo Termo (*Long Term Support*)

+ **MARia** - Mais Modernização Administrativa na Ria

MIT - Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology*)

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

ngXIS - Software desenvolvido pela Novageo Solutions para a leitura de cartografia multicodificada por parte de softwares CAD

OGC - *The Open Geospatial Consortium*

OPL - *Open Public License*

OSD - *Open Source Definition*

OSGeo - *The Open Source Geospatial Foundation*

OSI - *Open Source Software Initiative*

OSS - Software de Código Aberto (*Open Source Software*)

PDA - *Personal Digital Assistant*

PMOT - Plano Municipal de Ordenamento de Território

PDM - Plano Director Municipal

RAN - Reserva Agrícola Nacional

REN - Reserva Ecológica Nacional

SAGA - *System for Automated Geoscientific Analysis*

SGBDR – Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacional

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIGMA – Sistema Integrado de Gestão Autárquica

SIGRia – Sistema de Informação Geográfica da Ria de Aveiro

SLD – *Styled Layer Descriptor*

SO – Sistema Operativo

SWOT – Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (*Strengths, Weaknesses , Opportunities and Threats*)

TI – Tecnologias de Informação

UNAVE – Associação para a Investigação e Formação Profissional da Universidade de Aveiro

WCS – *Web Coverage Server*

WFS – *Web Feature Service*

WFS-T – *Transactional Web Feature Service*

WMS – *Web Map Service*

VPN – Virtual Private Network

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
PALAVRAS-CHAVE.....	vi
KEYWORDS.....	vi
ACRÓNIMOS E DEFINIÇÕES.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objectivos.....	4
1.2 Metodologia.....	5
1.3 Estrutura da Tese.....	6
2 O IMPACTO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NAS AUTARQUIAS.....	7
2.1 Estrutura das Autarquias Locais.....	7
2.2 A Informação Geográfica nas Autarquias.....	9
2.3 Os SIG nas Autarquias	11
2.3.1 O Processo de implementação de um SIG numa Autarquia....	14
2.3.2 Os Utilizadores de SIG numa Autarquia.....	17
2.4 Conclusões.....	19
3 O SIG NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE AVEIRO – CIRA.....	20
3.1 A CIRA.....	20
3.2 O Projecto SIGRia.....	21
3.3 Levantamento de Tecnologias e Ferramentas SIG Utilizadas nas Autarquias da CIRA.....	23
3.3.1 Levantamento das tecnologias e ferramentas SIG utilizadas.	23
3.3.2 Análise das áreas funcionais utilizadoras de ferramentas SIG	26
3.4 Conclusões.....	27
4 O SOFTWARE LIVRE DE CÓDIGO ABERTO E OS SIG.....	28
4.1 O FOSS.....	28
4.1.1 Software Livre.....	29
4.1.2 Software Open Source.....	30
4.1.3 Software Livre vs. Software de Código Aberto.....	31
4.1.4 Porquê utilizar Software Livre e de Código Aberto?	34
4.2 Software Livre e de Código Aberto para SIG.....	37
4.2.1 A Fundação OSGeo.....	38
4.3 Conclusões.....	38
5 CASOS DE UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS LIVRES E DE CÓDIGO ABERTO NA ADMINISTRAÇÃO LOCAL.....	39
5.1 Região do Algarve – Algarve Digital.....	39
5.2 Município de Albufeira.....	40
5.3 Município de Vale de Cambra.....	41
5.4 Município de Mogadouro.....	42

5.5	Conclusões.....	43
6	DEFINIÇÃO DO PLANO.....	44
6.1	Considerações Gerais.....	44
6.1.1	Alcance do Sistema.....	45
6.1.1.1	SIG Desktop.....	45
6.1.1.2	Infra-estrutura SIG.....	46
6.1.2	Migração/Implementação.....	47
6.2	Plano de implementação/Migração da Infra-estrutura SIG.....	48
6.2.1	Fase 1 – Preparação.....	49
6.2.1.1	Constituição da Equipa (grupo de trabalho).....	49
6.2.1.2	Motivação e Definição dos Objectivos.....	50
6.2.1.3	Elaboração do Plano de Introdução de GFOSS.....	52
6.2.2	Fase 2 – Análise de Requisitos do Sistema.....	52
6.2.2.1	Workshops Técnicos.....	52
6.2.2.2	Análise dos Requisitos dos Utilizadores.....	54
6.2.2.3	Análise Custo-Benefício	55
6.2.3	Fase 3 – Especificação do Sistema.....	57
6.2.3.1	Determinação dos Requisitos do Sistema.....	57
6.2.3.2	Definição do Modelo Lógico e Desenho da Base de Dados	59
6.2.3.3	Seleccção do Software.....	61
6.2.3.4	Elaboração de Proposta de Instalação.....	62
6.2.4	Fase 4 – Instalação e Avaliação do Software.....	63
6.2.4.1	Instalação de Software (em contexto real).....	63
6.2.4.2	Avaliação Preliminar.....	65
6.2.4.3	Testes de Benchmark.....	65
6.2.4.4	Plano de Implementação Total.....	66
6.2.5	Fase 5 – Implementação e Manutenção do Sistema.....	67
6.2.5.1	Implementação do Sistema.....	67
6.2.5.2	Manutenção do Sistema.....	68
6.3	Conclusões.....	70
7	CASO DE ESTUDO.....	71
7.1	Enquadramento.....	71
7.2	Implementação.....	71
7.2.1	Avaliação da organização.....	72
7.2.2	Software Desktop.....	73
7.2.3	Software Servidor.....	78
7.2.3.1	Sistema de Gestão de Bases de Dados Espaciais.....	79
7.2.3.2	Servidor Web SIG.....	80
7.2.4	Desenvolvimento das Aplicações.....	81
7.2.4.1	Aplicação de Gestão de Elementos Publicitários.....	82
7.2.4.2	Aplicação de Emissão de Plantas de Localização.....	83
7.2.4.3	Aplicação de Discussão Pública de PMOT	83
7.3	Conclusões.....	84
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	85
8.1	Conclusões gerais.....	85
8.1.1	Metodologia.....	86
8.1.2	Caso de Estudo.....	86
8.2	Dificuldades.....	87

8.3	Trabalhos Futuros.....	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
	ANEXO 1 - ORGANOGRAMA DA CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA.....	94
	ANEXO 2 - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SIG DESKTOP.....	95
	ANEXO 3 - SOFTWARE GFOSS DESKTOP.....	97
	ANEXO 3 - SOFTWARE WEB SIG.....	113
	ANEXO 4 -SOFTWARE SGBDR GEOGRÁFICO.....	117

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Áreas genéricas de utilização de um SIG numa autarquia ...	13
Tabela 2: Resumo da estrutura inicial do projecto SIGRia.....	23
Tabela 3: Estrutura SIG nas autarquias da Comunidade Intermunicipal em Novembro de 2008.....	24
Tabela 4: Vantagens e desvantagens de FOSS e COTS.....	37
Tabela 5: Exemplos de Custos e Benefícios a ter em consideração no processo de implementação de um SIG.....	57
Tabela 6: Critérios a ter em consideração para a selecção de GFOSS .	62
Tabela 7: Análise de requisitos C.M. Águeda.....	73
Tabela 8: Capacidades de acesso a SGBDR por parte de GFOSS desktop.....	74
Tabela 9: Capacidades de acesso a dados por parte de GFOSS desktop.	75
Tabela 10: Capacidades de acesso a formatos de dados standard OGC.	76
Tabela 11: Funcionalidades para dados vectoriais dos GFOSS desktop.	78
Tabela 12: Funcionalidades para dados raster dos GFOSS desktop.....	78
Tabela 13: Capacidade dos servidores de IG em implementar standards OGC.....	81
Tabela 14: Tabela resumo do software gvSIG.....	99
Tabela 15: Tabela resumo do software uDIG.....	102
Tabela 16: Tabela resumo do software OpenJUMP.....	105
Tabela 17: Tabela resumo do software Quantum GIS.....	108
Tabela 18: Tabela resumo do software SAGA.....	110
Tabela 19: Tabela resumo do software KOSMO.....	112
Tabela 20: Tabela resumo do software GeoServer.....	114
Tabela 21: Tabela resumo do software MapServer.....	116
Tabela 22: Tabela resumo do software PostGIS.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: As diferentes categorias de software segundo Chao-Kuei	32
Figura 2: Aplicação Algarve Acolhe.....	40
Figura 3: Aplicação Mapa Interactivo.....	41
Figura 4: Aplicação de visualização e impressão de IGT (Instrumentos de Gestão do Território).....	42
Figura 5: Mapa estatístico do Concelho de Mogadouro.....	43
Figura 6: Exemplo de uma infra-estrutura SIG.....	46
Figura 7: Esquema ilustrativo do Plano de Implementação.....	48
Figura 8: Imagem ilustrativa a aplicação desenvolvida para a gestão da publicidade.....	83

1 INTRODUÇÃO

Quase tudo o que acontece, possui uma localização. Nós, humanos, centramos a maior parte das nossas actividades na superfície terrestre, ou nas suas imediações (Longley et al, 2005). Uma simples viagem efectuada à superfície, pelo ar ou mesmo por baixo da terra, a construção de edifícios, estradas, pontes, barragens, diques, minas e a prospecção de minerais, gás ou petróleo, são alguns exemplos destas actividades. É muito importante planejar e monitorizar todas elas, e conhecer onde se desenvolvem, para assim se tomarem decisões melhor fundamentadas e mais coerentes. Assim, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica, (SIG) por parte das mais diversas organizações, tem vindo a crescer a grande ritmo, tendo passado rapidamente do estatuto de ferramentas bastante específicas utilizadas por técnicos especializados, para ferramentas que constituem o fundamento de qualquer análise espacial rigorosa (Llario et al, 2004).

Quase todas, senão todas as decisões têm consequências geográficas, o que torna a localização num importante atributo para qualquer actividade, quer seja política, de estratégia ou planeamento, podendo-se assim entender os SIG, como uma classe especial de sistemas que mantém o acompanhamento não só dos eventos, actividades e coisas, mas também onde estes ocorrem e existem (Longley et al, 2005).

Um exemplo particular de organizações que vêm gradualmente enriquecendo os seus SIG é o das autarquias, que nos últimos anos tiveram vários apoios por parte do governo central, que se traduziram em várias medidas e acções políticas de fundo, promovidas através de vários programas de incentivo ao investimento nesta área. Cada vez mais, os municípios concebem a informação geográfica como um recurso estratégico de incalculável valor que é necessário gerir, actualizar, manter e disponibilizar. Se no passado os SIG estavam preparados para servir apenas um único departamento, actualmente podem e devem ser o elemento transversal e integrador da informação dispersa pelos vários serviços de uma autarquia (Severino, 2006).

Por vezes, associada à publicidade de que esta tecnologia opera verdadeiros milagres, estas organizações têm-se dotado de SIG mais ou menos complexos, que muitas vezes, e por razões distintas, não correspondem minimamente ao esperado. Como consequência, alguns sistemas possuem funcionalidades desnecessárias, ou são completamente desajustados à organização onde

estão inseridos, tornando-se um factor de entropia e não o factor decisivo e aglutinador para o qual foram perspectivados, com todos os custos, monetários e outros, que daí advêm.

Assim, a implementação de um SIG deverá considerar as necessidades da autarquia e deve ser o elemento agregador dos vários serviços, recolhendo, analisando, estruturando, integrando, armazenando e disponibilizando a informação geográfica (Almeida et al, 2006). A estrutura SIG numa autarquia apresenta nos dias hoje, uma tendência natural de crescimento e evolução, quer da tecnologia quer das expectativas das pessoas em relação ao que desta se consegue extrair (Longley et al, 2005). A aquisição e implementação de extensões, aplicações, ou pequenos desenvolvimentos à medida que permitam novas funcionalidades, é uma necessidade imposta pela evolução e pelo tipo de informação que se produz, colocando grande enfoque sobre a escolha de software que suporte todos estes requisitos, aquando da selecção de tecnologia SIG e sua implementação numa organização.

Nos últimos anos tem-se vindo a assistir à introdução de um novo paradigma – o software livre e de código aberto (FOSS). Este, caracteriza-se pelo direito que é concedido através da sua licença aos utilizadores, permitindo que estes possam utilizar o programa para qualquer propósito, onde se inclui o seu estudo, alteração ou redistribuição (quer modificado, quer sob a forma original), sem que para isso seja necessário pagar qualquer tipo de quantia aos seus anteriores programadores (Wheeler, 2007a).

A opção por introduzir, gradualmente, sistemas abertos nas áreas da informática e particularmente dos SIG traduz-se numa afirmação de liberdade no sentido de independência das grandes empresas titulares de software proprietário, garantindo que os progressos no software sejam distribuídos por uma forte comunidade de utilizadores.

A possibilidade de se aceder ao seu código fonte é uma importante mais valia, pois permite não só adaptar o software às necessidades da organização, bem como traduzir o próprio programa para a nossa língua o que poderá ser um factor decisivo para uma mais fácil adaptação dos utilizadores às soluções informáticas à sua disposição.

A variedade de software livre e aberto que hoje em dia pode ser encontrado em computadores, vai desde os Sistemas Operativos (SO) (sendo o *Linux* o

mais conhecido), às ferramentas de escritório (*OpenOffice.org*¹ por exemplo), passando por *browsers* de Internet (*Mozilla Firefox*²), até aplicações científicas (*R Project*), entre muitas outras.

No domínio dos SIG, a variedade e diversidade de FOSS é igualmente grande. Segundo Steiniger & Bocher (2008) o aumento de popularidade das ferramentas SIG pode ser constatado observando o número de projectos iniciados nos últimos anos, facto que, e a título de exemplo mostra que desde o ano de 2006 foram acrescentadas mais de 30 novas entradas de software ao sítio de Internet *FreeGIS.org*³ (Steinger et al, 2008), cifrando-se este número em 247 aquando da última actualização em Agosto de 2008.

A existência de uma organização mundial, *OSGeo (The Open Source Geospatial Foundation)*, criada especificamente para apoiar o desenvolvimento e a disseminação de software aberto de alta qualidade para SIG (OSGeo, 2009) e de uma conferência anual exclusivamente dedicada a esta temática, de nome *FOSS4G (Free and Open Source Software for Geospatial)*, em que participam utilizadores dos quatro cantos do mundo, é por si só demonstrativo da relevância e do interesse destes projectos e da aceitação que estes têm vindo a granjear nos últimos anos por parte da comunidade SIG. Neste âmbito, outra organização relevante é a *OGC (The Open Geospatial Consortium)*, que tem como principal meta o desenvolvimento de *standards* abertos no domínio da informação geográfica, o que em muito contribui para o garante da interoperabilidade entre os diferentes sistemas, sendo a sua utilização um factor caracterizador do software livre e de código aberto.

Exemplos de grande responsabilidade na migração de um sistema proprietário para um sistema aberto verificam-se na Estremadura Espanhola, onde já se encontra implementado toda uma estrutura na administração pública. A prefeitura de Porto Alegre no Brasil está a substituir as ferramentas de escritório por *OpenOffice* e nas escolas municipais é leccionada informática sobre FOSS. Esta cidade criou uma Rede Internacional de Cooperação das Administrações Públicas pelo Software aberto juntamente com a Junta da Estremadura e com a *Generalitat* da Catalunha, ambas instituições da vizinha Espanha. A cidade de Munique na Alemanha assenta toda a sua estrutura informática nesta Tecnologia. Em Portugal, a Associação de Municípios do Algarve através do sub-projecto Pólo Geográfico inserido no Algarve Digital

1 <http://www.openoffice.org> (consulta em 5-10-2008)

2 <http://www.mozilla.org> (consulta em 30-10-2008)

3 <http://www.freegis.org> (consulta em 5-10-2008)

baseou-se nesta filosofia, com resultados visíveis na página de Internet dos municípios participantes e no sítio Internet do projecto⁴. Outro exemplo de sucesso é o da Câmara Municipal de Albufeira⁵ que apoiou todo o seu SIG municipal em FOSS, disponibilizando vários serviços suportados nestas tecnologias através do seu sítio na Internet.

Apesar destes e de muitos outros exemplos de sucesso, continuam a persistir dúvidas e dificuldades na adopção de soluções baseadas em software livre e de código aberto. Estas prendem-se fundamentalmente com dúvidas relativas à qualidade do software, alicerçadas no adágio popular de que “o barato sai caro”.

É neste enquadramento que se julga ser de todo pertinente e actual o estudo de um fenómeno novo, que é a introdução do software livre e aberto para SIG na administração local, bem como da capacidade deste em suprir todas as necessidades de manipulação, edição, visualização, análise, recolha e disponibilização de informação geográfica e, complementarmente, discernir caminhos que permitam introduzir uma nova mentalidade de partilha e cooperação (*peering*) entre os quadros mais técnicos destas instituições, o que consequentemente aumentará as suas competências internas. Este é um fenómeno que se acredita que vá explodir a breve prazo, após as experiências pioneiras que se têm realizado.

1.1 Objectivos

Os principais objectivos deste trabalho são:

- Levantar nos municípios pertencentes à CIRA (Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro), as ferramentas SIG e as áreas onde estas são utilizadas;
- Identificar um conjunto de ferramentas SIG baseadas em FOSS potencialmente interessantes para a administração local;
- Avaliar e comparar a adequação de software *Commercial Off-The-Shelf Software* (COTS) e FOSS às realidades particulares de uma autarquia;
- Aferir as dificuldades de introdução e implementação de um SIG baseado em software aberto;
- Implementar em contexto real componentes de um SIG assente em software aberto numa Autarquia, sendo neste caso a Câmara Municipal

4 <http://geo.algarvedigital.pt/Default.aspx> (consulta em 12-11-2008)

5 <http://plantas.cm-albufeira.pt/plantas/index.aspx> (consulta em 12-11-2008)

de Águeda o caso de estudo apresentado;

- Avaliar e quantificar os custos de introdução e implementação de um SIG apoiado em software aberto.

1.2 Metodologia

Este trabalho envolve o estabelecimento de uma estrutura teórica e de uma componente prática. A primeira relaciona-se com a pesquisa e estudo de bibliografia que permita compreender o FOSS para SIG, a importância destes e da informação geográfica nas autarquias, dando também a conhecer o que tem sido feito nesta temática.

A componente prática incidirá na implementação de um SIG baseado em FOSS numa Autarquia, que permitirá solucionar um caso previamente identificado e que cubra todo o ciclo de vida da informação geográfica na organização, aplicando assim os conhecimentos teóricos adquiridos.

Assim, a metodologia a adoptar compreendeu as seguintes tarefas:

- Análise bibliográfica – Revisão do estado da arte e exemplos de casos de sucesso;
- Avaliação global das necessidades de informação das Câmaras Municipais, focalizando a análise na componente geográfica;
- Levantamento do software SIG utilizado nas autarquias que compõem a CIRA;
- Identificação das principais unidades orgânicas das autarquias, para melhor compreensão da necessidade dos SIG;
- Identificação de um subsistema de uma ou mais áreas da estrutura orgânica da autarquia, que será concretizado sobre *Geospatial Free and Open Source Software* (GFOSS);
- Identificação de algumas das tecnologias GFOSS mais importantes, demonstrando que estas já cobrem todo o ciclo de vida da informação geográfica, passando pelo armazenamento, edição e análise, até à disponibilização na Internet;
- Escolha e implementação das ferramentas FOSS necessárias à resolução do problema identificado;
- Teste e avaliação da solução implementada;
- Apresentação de conclusões e trabalhos futuros.

1.3 Estrutura da Tese

Esta dissertação inicia-se com um capítulo introdutório que descreve o enquadramento, objectivos, metodologia e a estrutura da tese.

O segundo capítulo aborda a relação entre a informação geográfica e as autarquias, definindo Informação Geográfica (IG) e a sua importância para a Administração Local, fazendo assim a ponte para a importância dos SIG como ferramenta de gestão da IG por parte destas organizações.

O terceiro capítulo apresenta um levantamento da utilização de ferramentas e tecnologias SIG nos municípios integrantes da CIRA, assim como as áreas orgânicas onde estas são maioritariamente utilizadas.

No quarto capítulo caracteriza-se o software aberto para SIG. Aqui introduz-se a temática do software aberto em geral, apresentando-se em seguida a tecnologia baseada em GFOSS.

O quinto capítulo apresenta alguns casos de sucesso de municípios em Portugal que adoptaram FOSS para a gestão da sua informação geográfica.

O capítulo sexto aborda o processo de definição do modelo a implementar na autarquia. Para isto é descrita a análise de requisitos do sistema, a especificações do sistema, a avaliação das ferramentas para a resolução do problema e a apresentação do plano de implementação.

No sétimo capítulo descreve-se a implementação de um SIG baseado em FOSS num caso de estudo, a Câmara Municipal de Águeda.

O último capítulo apresenta as conclusões do trabalho, mostrando os resultados obtidos, principais vantagens e limitações, assim como possibilidades de trabalhos futuros.

2 O IMPACTO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NAS AUTARQUIAS

A informação, geográfica ou não, assume um papel central nos trabalhos quotidianos de uma autarquia, na sua gestão, no planeamento estratégico futuro e nas suas políticas. Segundo Gilfoyle *et al* (2004) pode-se afirmar que não existe nenhum aspecto do trabalho desenvolvido numa autarquia que não dependa de informação relevante, precisa, actualizada, disponível quando é necessária e no formato em que esta é requisitada (Gilfoyle *et al*, 2004). Desde o planeamento, passando pelas obras municipais, pelas obras particulares, pela gestão ambiental, a manutenção de estradas, até aos serviços de recursos humanos, nenhuma competência de uma Câmara Municipal pode ser bem sucedida sem informação.

Antes da utilização mais ou menos generalizada dos computadores na administração pública local, a informação geográfica apenas estava disponível sob a forma de mapas em papel. Estes eram usados numa vasta gama de aplicações, como por exemplo na apresentação de novas actividades de planeamento, no registo do cadastro, no cálculo de áreas, na localização de infra-estruturas, na compreensão de fenómenos geográficos, etc. De facto, a importância dos mapas era tão grande que se pode mesmo afirmar que uma grande variedade de profissionais da administração local não existiria sem estes (Gilfoyle *et al*, 2004).

Cada vez mais, os municípios concebem a IG como um recurso estratégico que é necessário gerir, actualizar e manter, ainda mais numa era em que a complexidade destas organizações, derivada do aumento das suas atribuições e competências, tem crescido em grande escala, contribuindo para que o papel da informação assuma cada vez maior relevância.

Um pouco por todo o mundo ao longo dos anos 90, paralelamente à introdução das TI, assistiu-se à disseminação e consolidação dos SIG pelas autoridades locais, sendo hoje o número de municípios que ainda não dispõe de um, mais ou menos implementado e estruturado, reduzido, sendo por estes factos importante abordar esta realidade.

2.1 Estrutura das Autarquias Locais

As autarquias têm ao longo dos anos vindo a alargar-se no que à sua estrutura organizacional diz respeito, uma vez que a administração central tem vindo a transferir um vasto conjunto de competências em consequência da tentativa

de implementação do processo de descentralização de poderes (Tenedório et al, 2003).

Segundo a (Lei 159/99), com data de 14 de Setembro de 1999, as autarquias dispõem de competências e atribuições no planeamento, gestão e realização de investimentos em domínios de carácter tão diverso que passam pelos transportes, comunicações, educação, saúde, desporto, habitação, património, cultura, acção social, protecção civil, ambiente, desenvolvimento e ordenamento do território, entre outros.

Como se pode facilmente comprovar, de acordo com o espectro de actividades de uma autarquia, a sua principal meta foca-se no desenvolvimento do município, proporcionando melhores condições de vida e de bem-estar aos que nele habitam.

Assim, quer pelas suas competências legais e responsabilidades sociais, os diversos serviços que compõem a autarquia, devem manter organizado e actualizado um conjunto de informações sobre o território gerido pelo município, e disponibilizar essa informação, permitindo o seu acesso aos cidadãos (Severino, 2006), uma vez que esse é um direito consagrado na Constituição da República Portuguesa.

No que respeita à sua componente organizacional, a estrutura das autarquias assenta em hierarquias verticais, com Presidente, Vereadores, Directores, Chefes de Divisão, entre outros, cujo conceito surgiu a partir da estratégia napoleónica onde as informações eram transmitidas desde os superiores até aos operacionais, através de camadas intermédias, o que em teoria possibilitaria que a informação chegada aos operacionais equivalesse à de origem (Tenedório et al, 2003). Os restantes serviços estão geralmente agrupados em Departamentos, Divisões, Secções e Serviços ou Gabinetes, como é visível no Anexo 1, onde se apresenta o organograma da Câmara Municipal de Águeda.

Estas estruturas são em muitos dos casos bastante complexas e com grande grau de burocracia, o que provoca que a informação não circule pelos diversos serviços, ou se mova por circuitos errados, ficando muitas vezes retida na posse de alguns dirigentes causando enormes constrangimentos, lentidão, falhas de comunicação e duplicação de trabalho, de processos e de informação.

Independentemente das especificidades e grandeza de cada autarquia

existem serviços que são mais ou menos comuns em todas elas, e que se podem enumerar:

- Obras Municipais;
- Obras Particulares;
- Ambiente;
- Planeamento;
- Informática;
- Financeiro;
- Educação e Cultura.

Com o aparecimento das novas tecnologias, esta lógica de governação que ainda se encontra bem patente em muitas organizações tem vindo paulatinamente a desvanecer-se, dando lugar a estruturas mais simples, eficazes e eficientes, nas quais a transmissão de informação desde os superiores até aos operacionais é efectuada de forma mais directa.

O abandono da lógica de governação vigente e a consequente mutação para uma estrutura mais diversificada e ágil, exige um novo conjunto de competências e estilos de liderança por parte dos dirigentes e uma maior flexibilidade por parte da organização. Esta nova lógica de governação de uma autarquia requer estratégias que envolvam a participação dos cidadãos como parte afectada e envolvida na solução, procurando através do seu envolvimento integrar a informação disponível na solução. Nesta bidireccionalidade de ligações e comunicações, os cidadãos passam a ser o centro da razão da administração pública (Custódio, 2007).

2.2 A Informação Geográfica nas Autarquias

Estudos sugerem que em média, aproximadamente 90% da informação de uma autarquia local possui carácter geográfico (Gilfoyle et al, 2004). Este facto por si só atesta a extrema importância e o valor inquestionável da IG num município. Se também for tido em consideração que as instituições públicas, tanto centrais como locais, não são apenas os maiores utilizadores de IG como são simultaneamente os seus maiores produtores, este facto pode colocar as autarquias na vanguarda da revolução da informação geográfica, bastando para isso que a classe política possua a necessária visão de futuro.

O trabalho e a colaboração mais próxima entre autoridades locais como as forças de segurança, associações recreativas, associações comerciais e

industriais, instituições de saúde e de ensino é cada vez mais uma realidade para a resolução de problemas, que afectam o bem comum dos cidadãos, como o ambiente, a saúde, o crime, a exclusão social, a pobreza, o desemprego, a toxicodependência, as necessidades dos jovens, etc.

Neste contexto, a IG é essencial quer para a compreensão, quer para a abordagem a estas questões que preocupam e fazem parte do quotidiano de qualquer autarquia, uma vez que, cada vez mais, os políticos necessitam de conhecer melhor os seus municípios e possuir um perfil exacto e actualizado da área que governam. Este tipo de informação é também extremamente útil para o estabelecimento de prioridades, para a gestão de recursos e para a avaliação de desempenho.

O executivo camarário utiliza a informação para identificar prioridades, determinar estratégias, estabelecer políticas, alocar recursos e gerir serviços para assim alcançar os objectivos a que se propuseram, a gestão do território.

Contudo, parte desta informação em alguns casos é ainda trabalhada manualmente, uma vez que se encontra em suporte analógico, por vezes apenas para cumprir questões legais, o que provoca que a organização esteja estruturada em função desta lógica de transmissão de dados, causando uma vez mais fluxos de informação lentos e pesados, assim como grandes dificuldades e perdas de tempo no seu acesso. Mesmo quando estes dados se encontram disponíveis em formato digital, existe por vezes a tendência para ignorar o seu carácter geográfico dificultando novamente o seu acesso.

Outro constrangimento bastante comum resulta da já abordada complexidade da estrutura orgânica e burocrática das autarquias que muitas vezes promove a duplicação de dados, de trabalhos, de tarefas, assim como a retenção e a desactualização de informação, dificultando e atrofiando em muito o fluxo natural e desejável da mesma.

Assim, e como se tem comprovado, se para uma autarquia a IG possui um valor enorme, esta não é menos importante para o cidadão comum, uma vez que é muitas vezes sob a forma de mapas que decorrem as trocas de informação e se estabelece a comunicação entre poder local e municípios. No plano mais teórico todos os municípios utilizam a geografia e consequentemente informação geográfica. Quando um cidadão deseja comprar um terreno para construir a sua habitação por exemplo, a primeira questão que se coloca é: onde? A segunda é: quanto custa? A terceira: o que

posso e como posso construir (Tenedório et al, 2003)? Estas questões atestam uma vez mais a importância da IG, e reforçam a bidireccionalidade desta entre a autarquia e munícipes.

Independentemente do relacionamento com o cidadão se poder processar à distância ou não, o número crescente de competências ganhas pelos municípios obriga a que a informação necessária que dá entrada na autarquia, seja cada vez mais vasta, obrigando a elevadas capacidades de processamento e armazenamento, que deverão basear-se em processos administrativos convertidos, por forma a dar resposta ao relacionamento digital e físico (Tenedório et al, 2003).

Decisores, técnicos, cidadãos ou políticos, quando informados e esclarecidos estão habilitados a tomar melhores decisões, facto que torna a sociedade de informação num serviço público, e que deve ser pensado desde o nível central até ao nível dos sistemas locais (Custódio, 2007).

A necessidade de resposta das Câmaras Municipais tem e terá de ser cada vez mais eficiente, ao nível da organização dos processos, e eficaz, ao nível da qualidade e rapidez da resposta, dado que o volume de informação que circula na instituição (fluxo), crescerá em função do aumento do volume de dados de entrada (*input*), originando, também, cada vez maiores saídas de informação (*outputs*) (Tenedório et al, 2003).

Para gerir toda a IG de uma organização como é o exemplo de uma autarquia e face à importância que lhe é reconhecida, é necessário um conjunto de ferramentas orientadas para este efeito, pois só desta forma se consegue tirar todo o partido desta informação, desempenhando aqui os SIG um papel fulcral.

2.3 Os SIG nas Autarquias

As autarquias são essencialmente “organizações de pessoas”, feitas por pessoas para as pessoas (Gilfoyle et al, 2004), uma vez que estas são compostas por funcionários e existem em última análise para servir os munícipes. Os funcionários de uma autarquia são hoje em dia reconhecidos como um activo, um recurso valioso que deverá ser desenvolvido e gerido com atenção para que o seu potencial seja rentabilizado. Estas questões têm vindo a ser tratadas introduzindo novas práticas de gestão, que garantam a qualidade dos serviços, a responsabilização dos funcionários e o investimento nas pessoas. O contínuo desenvolvimento das TI combinada com a política da

sua aposta mais sustentada por parte dos executivos, apoiada nas capacidades e no conhecimento dos técnicos, tem contribuído em termos gerais para a adopção de melhores práticas organizacionais.

O processo de modernização administrativa suportado por vários fundos da comunidade Europeia, tem permitido às autarquias dotar-se de *hardware* e software com o enfoque na prestação de um melhor serviço aos cidadãos e uma utilização mais eficiente dos seus recursos no que respeita à informação.

Um requisito chave para qualquer autarquia proporcionado pelo SIG, é a sua capacidade aglutinadora, que permite agregar informação sobre um determinado tema a partir de diferentes departamentos e unidades orgânicas da estrutura camarária. A utilização dos SIG para a integração da informação é desta forma um excelente exemplo de como estas organizações podem e devem partilhar a informação por toda a estrutura, facilitando e melhorando o trabalho de equipa e consequentemente os resultados do mesmo, o que resultará em última instância em melhores serviços prestados aos munícipes.

Neste enquadramento, os SIG, têm muito a oferecer a uma autarquia, uma vez que permitem que as dimensões espaciais da informação, quer seja nova ou já existente sejam exploradas, resultando daí valor adicional e maior conhecimento (Gilfoyle et al, 2004).

Como se pode verificar, o papel do SIG numa autarquia é extremamente vasto, indo desde a simples impressão de mapas às complexas análises espaciais e ao suporte à decisão (Gilfoyle et al, 2004). Pode-se mesmo afirmar que os SIG não são apenas sistemas que automatizam tarefas outrora elaboradas manualmente, ou aceleradores da manipulação e troca de informação, são muito mais que isso, são plataformas de trabalho integradoras que em muito contribuem para a eficiência e efectividade dos trabalhos de uma autarquia.

Uma vez que o SIG num município esteve desde a sua implementação, ligado fundamentalmente a áreas como o planeamento, a engenharia e o património, é surpreendente que hoje em dia seja utilizado com grandes resultados nas seguintes áreas:

- Análise de Redes;
- Gestão do uso do solo
- Análises sócio-económicas;
- Monitorização e gestão ambiental;

- Análises de Incidentes (Protecção Civil);
- Cadastro;
- Etc.

A Tabela 1 demonstra de forma mais específica algumas áreas genéricas de utilização de um SIG num município.

Impressão de Mapas

- Mapas com *layout* uniforme e disponíveis para todos os serviços
- Actualização da cartografia de base
- Produção simplificada de mapas
- Possibilidade de sobrepor informação geográfica à cartografia de base

Gestão do Uso do Solo

- Aplicações de planeamento e alterações ao uso do solo
- políticas de Planeamento
- Identificação de terrenos em utilização, sem utilização e abandonados
- Localização de espaços para a construção de casas, escolas, zonas industriais, etc.

Análises de Redes

- Gestão de vias de comunicação
- Planos de acessibilidades
- Coordenação de trabalhos nas vias
- Planos de transportes (percursos escolares, recolha de resíduos, etc.)
- Gestão de frotas (parque automóvel da autarquia)
- Gestão de redes de infra-estruturas

Análises Sócio-Económicas

- Análises demográficas
- Caracterização dos cidadãos - geodemografia
- Avaliação da necessidade de construção equipamentos sociais, educativos e recreativos

Análise de Incidentes

- Sinistralidade rodoviária
- Estudos de Criminalidade
- Saúde pública, Ruído e outras queixas
- Emergências gestão de epidemias

Monitorização e gestão ambiental

- Estudos de impacto ambiental e Agenda 21 Local
- Ecologia, Arqueologia e estudos paisagísticos
- Edifícios e locais de interesse para conservação

Tabela 1: Áreas genéricas de utilização de um SIG numa autarquia (Fonte: Guilfoyle et al, 2004)

2.3.1 O Processo de implementação de um SIG numa Autarquia

Roger Tomlinson (1986), considerado por muitos como o pai do SIG, há muito que refere que “o sucesso ou fracasso de um SIG raramente depende de factores técnicos, mas quase sempre de factores humanos e de gestão” (Tomlinson, 1986).

As organizações existem porque uma pessoa sozinha é incapaz de fazer tudo. Muitas definições de SIG focam-se no *hardware*, no *software*, nos dados e nos processos analíticos, contudo não existe nenhum SIG que esteja dissociado do seu contexto organizacional, uma vez que, não obstante de todas as autarquias possuírem características comuns entre elas, cada uma é também única nas suas especificidades, quer seja na sua forma de trabalhar reflectida no seu organograma, na sua cultura, responsabilidade, estilo de liderança e pressões externas. Todos estes pontos enfatizam a importância de centrar as questões na perspectiva do funcionamento das organizações e não na noção hipotética de como estas deveriam funcionar.

Segundo *Gilfoyle et al*, a essência de um SIG de sucesso passa muito por centrar o pensamento na autarquia e nos seus munícipes, nas suas necessidades de informação e na forte dimensão geográfica que esta possui (Gilfoyle et al, 2004).

Podem-se dividir em dois grandes grupos as fontes de pressão para a implementação de um SIG numa autarquia, factores internos à organização e externos.

Os factores internos incluem:

- A mudança de paradigma de gestão por parte das autarquias, para uma gestão mais aproximada da que é executada no sector público;
- Melhor integração, gestão e manipulação da informação, evitando a fragmentação e duplicação dos dados da autarquia, tornando-os também acessíveis ao maior número possível de utilizadores;
- A vontade de melhorar a eficiência na gestão, reduzindo custos na aquisição, manutenção e actualização dos dados;
- Comunicação da informação mais eficiente para a melhor tomada de decisão, onde se inclui a capacidade de simulação de impacto das medidas políticas, contribuindo assim, para o estabelecimento de prioridades e para a monitorização dos resultados;

- O reconhecimento do valor da IG para a organização e municípios aliado ao desejo de tornar mais acessível o seu acesso a todos.

No que respeita a factores externos estes incluem:

- O rápido crescimento da Internet aliado à maior disponibilidade de dados digitais;
- O menor custo de *hardware*, e os programas serem muito mais amigáveis, fáceis de trabalhar e com desempenhos superiores.
- O aparecimento de *standards* para a aquisição, manipulação, troca e disponibilização de dados;
- Uma maior massa crítica por parte dos municípios, traduzindo-se este facto num aumento da exigência, das expectativas e da sensibilidade para a informação de carácter geográfica;
- Novo ímpeto dado pelos assuntos ambientais que estão na ordem do dia;
- Aumento da necessidade de colaboração e partilha de informação geográfica entre a administração local e outras organizações, públicas ou privadas.

Estas pressões, podem fazer com que a decisão de implementar um SIG num município nem sempre seja bem conseguida, havendo registos de casos de insucesso um pouco por todo o lado. Algumas razões para o insucesso ou obstáculos à implementação dos SIG nas autarquias locais segundo (Gilfoyle et al, 2004) e (Julião, 2007) são:

Recursos inadequados ou desajustados

- O menor orçamento com que as autarquias vivem, acentuando-se este facto nos municípios de menor dimensão, as cada vez maiores despesas decorrentes do seu aumento de obrigações, provocam que os fundos disponíveis para o SIG sejam cada vez mais exíguos;
- Perfil desadequado da equipa SIG, que pode resultar do número de técnicos insuficiente, ou de lacunas na formação destes.

Insensibilidades organizacionais

- Falta de empenho por parte das estruturas de topo;
- O falhanço da comunidade SIG na captura da imaginação dos políticos aliada por vezes às muitas promessas e aos fracos resultados obtidos;
- A falta de abertura de algumas unidades orgânicas na cedência de

informação, retendo-a na sua posse, o que implica que o núcleo SIG não seja capaz de centralizar toda a informação Geográfica, dando por vezes a ideia da existência vários SIG na organização. Esta situação pode ser provocada por percepções conservadoras ou sépticas dos restantes intervenientes;

- Instabilidade organizacional resultante da alteração do poder político.

Falhas na Estratégia

- Os benefícios do SIG tendem na maioria dos casos a ser observados a médio prazo e não a curto prazo, o que para estas organizações, que necessitam ter um equilíbrio financeiro no final do ano, é bastante pouco atractivo;
- Inexistência de estratégias de comunicação, provocando falta de visão, imaginação e inovação;
- Falta de empenho por parte das estruturas de topo, que pode ser provocado por ausência de sensibilidade para as TI em geral e para o potencial dos SIG em particular;
- Negligência das questões humanas, dada a demasiada ênfase nas questões técnicas;
- Falta de estratégia para as TI resultante de um contexto técnico desajustado, que se reflecte no SIG;
- Falta de um plano inequívoco para a implementação de um SIG;
- Os SIG desintegrados da cultura da tomada de decisão.

Suporte e capacidade técnica desadequado nas áreas das TI e do SIG

- Responsabilidades de apoio técnico quer para as TI, quer para o SIG mal atribuídas;
- Incapacidade técnica para as TI e para SIG;
- Abandono da organização por parte dos responsáveis pela implementação SIG;
- Procura entusiástica de respostas a questões que ninguém faz;
- Barreiras departamentais à troca de informação;
- Decisões técnicas inadequadas;
- Formação técnica específica insuficiente ou inadequada.

Problemas tecnológicos e de dados

- *Hardware* inadequado;
- Os sistemas chave não cumprem os requisitos necessários;
- Informação digital, apesar de disponível é financeiramente inacessível;
- Inexistência de *standards*;
- A dependência de um fornecedor de software, visto que nesta condição os custos, quer de software, quer de apoio técnico, são ditados da forma unilateral devido à incapacidade negocial que provoca;
- Outro problema causado por esta questão é a menor interoperabilidade conseguida entre os diferentes *softwares* informáticos que compõem a estrutura de uma autarquia;
- O elevado custo do software e dos contratos de manutenção associados.

Como se observa são inúmeras as razões ou obstáculos ao sucesso de um SIG numa organização, pelo que o cuidado que tem de ser empregue neste processo é de todo conveniente para que seja atingido o sucesso.

Os SIG envolvem formas tão diversas como inovadoras de trabalhar, provocando um grande impacto cultural, quer ao nível humano quer ao nível organizacional (Campbell et al, 1995).

A mudança e a incerteza fazem parte da vida das autarquias, e qualquer implementação de um SIG terá um impacto nas suas práticas de trabalho, processos, fluxos de trabalho e de informação, estrutura dirigente, nos técnicos e na própria cultura da organização. No entanto, o aspecto mais significativo da introdução de uma nova tecnologia traduz-se nas alterações incutidas às práticas existentes (Gilfoyle et al, 2004).

É com todas estas ideias bem presentes que se deve partir para a implementação de um SIG numa organização. Assim, esta decisão não deve ser tomada de ânimo leve, necessitando de um projecto fundamentado e estruturado que demonstre os benefícios que a organização terá caso implemente o sistema.

2.3.2 Os Utilizadores de SIG numa Autarquia

Os SIG servem dentro de uma organização um vasto conjunto de utilizadores, cada um com as suas especificidades e necessidades. Os utilizadores SIG têm vindo a crescer nos últimos tempos face ao já abordado aumento de competências por parte do poder local. Assim, neste contexto *Gilfoyle et al*

(2004) divide-os em três grandes grupos: visualizadores, técnicos e especialistas.

O primeiro grupo, os “visualizadores”, é de longe o grupo mais vasto, e caracterizam-se por utilizar o produto das análises geográficas efectuadas para os mais diversos propósitos. Frequentemente, este grupo visualiza a informação apenas para obter respostas a questões bastante simples, sendo o seu conhecimento em matéria de SIG mínimo, o que obriga a que o seu acesso à informação seja efectuado de forma bastante básica, podendo-se afirmar por outras palavras que este grupo na maioria das vezes não tem a noção de que está a utilizar tecnologia SIG. A Internet e a Intranet têm desempenhado um papel fundamental para a disponibilização de informação, através de aplicações bastante simplificadas, direccionadas para este grupo específico de utilizadores. Numa Autarquia genérica este grupo representa os assessores, chefes de departamento e divisão, administrativos e os cidadãos.

O segundo grupo, representa os técnicos e administrativos, que necessitem de aceder diariamente a dados espaciais para o normal desenvolvimento da sua actividade, e apesar de estes poderem utilizar o SIG para cerca de 20 a 30% do seu trabalho, o seu conhecimento técnico e da complexidade desta área é ainda limitado. Contudo, estão familiarizados com dados espaciais e sabem como os interpretar, necessitando assim de acesso imediato aos dados , capacidade de análise e possibilidade de efectuar algumas consultas à base de dados, utilizando para isso ferramentas fáceis de operar, muitas vezes integradas no seu software de trabalho. Deste grupo fazem parte muitos dos tradicionais utilizadores de mapas, como técnicos de planeamento, engenheiros, arquitectos e topógrafos, entre outros.

Para que estes dois grupos tenham o acesso facilitado aos dados, informação e ferramentas que precisam, é vital a ajuda de um grupo mais restrito, os gestores SIG. Estes constituem o núcleo SIG, são os gestores dos dados, responsáveis pelo garante da qualidade e disponibilidade imediata da informação. São técnicos altamente qualificados, que compreendem as complexidades de um SIG e tecnologia associada, a exactidão e consistência dos dados, o desenho e as regras de manutenção de todo o sistema e as abordagens à sua implementação. Tendem a ocupar 80% do seu dia-a-dia a criar, gerir, manter e analisar dados espaciais. Para que tudo isto seja possível necessitam de um total apoio por parte do executivo e de recursos para a aquisição e manutenção quer dos dados espaciais, quer dos sistemas

informáticos que os servem, quer mesmo de pessoal que complemente o seu trabalho.

Como se pode verificar estes grupos são bastante diferentes quer na sua composição, quer nas suas necessidades em termos de ferramentas SIG para manipular IG, quer mesmo nas suas necessidades formativas para poderem desempenhar as suas funções da melhor forma.

2.4 Conclusões

A importância e mais valia que o papel de um SIG pode desempenhar numa autarquia, é nos dias de hoje inequívoca, desde que bem implementado e enraizado na estrutura, organização e cultura, com os objectivos perfeitamente definidos, apoiado por técnicos com formação específica para desenvolver a sua tarefa, tudo isto devidamente suportado pelas estruturas de topo. Outro factor indissociável da introdução de qualquer TI numa organização, são as mudanças profundas provocadas na forma de trabalhar das organizações, alterando a vida de profissionais e consumindo grandes quantias de recursos (Julião, 2007).

Como foi verificado, a tendência de crescimento da estrutura SIG (núcleo SIG e restantes utilizadores) de uma organização, provoca que muitas vezes esta seja insuficiente para as solicitações, uma vez que em muitos casos foi subdimensionada na sua génese. Assim, e dadas as condicionantes económicas que o país atravessa, não sendo por isso as autarquias diferentes abre-se aqui uma janela de oportunidade para a introdução gradual de FOSS.

3 O SIG NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE AVEIRO - CIRA

O projecto *SIGRIA* (Sistema de Informação Geográfica da Ria de Aveiro) surgiu em 2003 na região de Aveiro e tinha como primeiro objectivo dotar os municípios associados à então AMRIA (Associação dos Municípios da Região de Aveiro), hoje Região de Aveiro - Comunidade Intermunicipal do Baixo Vouga, de um SIG, por forma a poder prestar um melhor serviço aos cidadãos residentes nessa área e assegurar a articulação e troca de informação geográfica entre as autarquias e o nó central situado na associação.

Após sensivelmente 6 anos do início do projecto, apresenta-se aqui uma pequena síntese do que foi o *SIGRIA* e do impacto que este teve nos 11 municípios e na Associação.

3.1 A CIRA

A Região de Aveiro - Comunidade Intermunicipal do Baixo Vouga, foi criada a 1 de Setembro de 2008, por extinção da GAMA (Grande Área Metropolitana de Aveiro) e da AMRIA, abrangendo uma população residente de 371.102 habitantes. Esta Comunidade corresponde à Unidade Territorial Estatística de Nível III (NUT III) do Baixo Vouga, compreendendo os seguintes Concelhos:

- Águeda
- Albergaria-a-Velha
- Anadia⁶
- Aveiro
- Estarreja
- Ílhavo
- Murtosa
- Oliveira do Bairro
- Ovar
- Sever do Vouga
- Vagos

O principal objectivo desta Comunidade Intermunicipal é assegurar a articulação entre os municípios e a Administração Central, nas seguintes áreas:

- Redes de abastecimento público, infra-estruturas de saneamento básico, tratamento de águas residuais e resíduos urbanos;
- Rede de equipamentos de saúde;

⁶ O município de Anadia faz parte da recém criada Comunidade Intermunicipal, em substituição do município de Mira que era associado da AMRIA e que agora integra uma associação de Municípios do Distrito de Coimbra.

- Rede educativa e de formação profissional;
- Ordenamento do território, conservação da natureza e recursos naturais;
- Segurança e protecção civil;
- Mobilidade e transportes;
- Redes de equipamentos públicos;
- Promoção do desenvolvimento económico, social e cultural;
- Rede de equipamentos culturais, desportivos e de lazer.

3.2 O Projecto SIGRia

Foi dentro deste enquadramento e no sentido de dar resposta a alguns dos objectivos supra mencionados que em 2003 foi dado início ao projecto *SIGRia* (Sistemas de Informação Geográfica da Ria de Aveiro).

O Projecto *SIGRia* foi uma aposta da extinta Associação de Municípios da Ria, conjuntamente com os seus onze Municípios associados, para capacitar as suas estruturas e populações com um relevante instrumento de apoio ao conhecimento, ao planeamento e à gestão do território, aproveitando a oportunidade de financiamento do programa Aveiro Digital 2003/2006 (AMRia, 2006a).

Ao nível autárquico um Sistema de Informação (SI) compreende diferentes subsistemas interligados num nível organizacional subjacente ao sistema principal. Além do sistema administrativo, o sistema técnico não dispensa o recurso às novas tecnologias para as tarefas do planeamento físico do território e de controlo dos processos de intervenção humana. Por outro lado os SIG assumirão como tarefa fundamental a integração de toda a informação de carácter geográfico, fazendo-o de forma organizada e facilitando a sua disponibilização em bruto ou, depois de transformada, via aplicações de análise espacial.

O objectivo principal deste projecto consistiu então em dotar a Associação de Municípios e as suas autarquias associadas, de uma infra-estrutura de informação geográfica para apoio aos diversos serviços das autarquias locais e da Associação de Municípios, que respondesse eficazmente às diversas solicitações internas e externas dos respectivos serviços, através da:

- Organização, estruturação e sistematização de informação de carácter geográfica;

- Actualização expedita da informação espacial, regulamentar e de atributos;
- Rentabilização dos processos de análise da informação geográfica;
- Disseminação interna e externa da informação;
- Simulação dos efeitos das transformações de natureza geográfica.

Assim, o SIG constituir-se-ia numa consequente base de conhecimento, estruturado e em constante actualização do território abrangente da AMRia, servindo também de suporte impulsionador aos processos de modernização administrativa dos municípios.

Encetaram-se um conjunto de reuniões, onde estavam presentes técnicos de todas as autarquias envolvidas, do nó local e o representante do consultor a UNAVE – Associação para a Investigação e Formação Profissional da Universidade de Aveiro. Destas reuniões saiu a escolha da empresa fornecedora de software, a *ESRI* Portugal. Para esta, muito contribuiu a experiência da Câmara Municipal de Águeda, que já detinha algumas licenças de software dessa empresa, juntamente com a experiência académica de alguns dos técnicos, a grande maioria destes não possuía experiência de qualquer tipo na área e a opinião do construtor. A Câmara Municipal de Aveiro, opinou favoravelmente à escolha de outro software, não obstante de no final e devido à imposição do grupo ter sido forçada à utilização de software *ESRI*.

O SIG a implementar passou pela criação de dois tipos de estruturas de suporte à gestão da informação georreferenciada: criação de um nó central de âmbito intermunicipal, na sede da Associação de Municípios; criação de nós locais, em cada um dos municípios (denominados de NIG – Núcleos de Informação Geográfica), prossequindo estas iniciativas específicas no âmbito da gestão do seu território.

Assim, para cada um dos municípios (nó local) bem como para o nó central, foi definida uma estrutura inicial, igual para todos, composta por *hardware* e software.

Segundo esta estrutura foram criados dois postos de trabalho, denominados de *Posto SIG* e *Posto CAD (Computer Aided Design)*, onde no primeiro seriam trabalhadas todas as questões relacionadas com o SIG, e no segundo seria dado ênfase ao tratamento da cartografia vectorial disponível, Cartografia Oficial Nacional à escala 1:10000 para cada município. Deste projecto fazia também parte dos seus objectivos a instalação de um servidor dedicado ao

SIG, em cada uma das autarquias e do nó central, por forma a capacitá-los de funcionalidades de publicação de IG via Internet. Na Tabela 2 apresenta-se o software adquirido, quer para cada nó local quer para o nó central, por forma a cumprir realização deste projecto.

	Posto CAD	Posto SIG	Servidor
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Bentley MicroStation • novageo ngXIS 	<ul style="list-style-type: none"> • ESRI ArcGIS - ArcEditor 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft SQL Server • ESRI ArcIMS • ESRI ArcSDE
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Computador Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Computador Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Servidores • 1 Plotter⁷

Tabela 2: Resumo da estrutura inicial do projecto SIGRia

Com a aquisição e instalação de software e hardware, e a formação dos utilizadores, estava dado o primeiro passo para o arranque definitivo deste projecto.

Os passos seguintes consistiram em reuniões técnicas com o objectivo de dotar os municípios de uma base de dados com uma estrutura comum para facilitar quer a troca de informação geográfica quer a sua compilação pelo nó central, tendo servido também para se esbaterem algumas dúvidas técnicas e para afinar estratégias para a disponibilização da IG via Internet.

3.3 Levantamento de Tecnologias e Ferramentas SIG Utilizadas nas Autarquias da CIRA

3.3.1 Levantamento das tecnologias e ferramentas SIG utilizadas

Assente nos pressupostos anteriormente verificados, tomou forma em 2005 o projecto *SIGRia*, que cumprindo com os objectivos inicialmente traçados, dotou os 11 nós locais e o nó central de software SIG que ainda hoje é a base do SIG em qualquer uma destas entidades. Cedo foi verificado por todos, que a solução implementada era insuficiente face às constantes solicitações e ritmo de crescimento natural de um SIG Municipal, facto que levou a que esta fosse aumentando, mais à medida do que os recursos financeiros permitiam do que o que ditavam as reais necessidades das autarquias.

As insuficiências verificadas centraram-se primeiramente na separação do

⁷ A Plotter e Scanner de grandes formatos foi adquirida para o nó central de forma a permitir que qualquer município associado a utilizasse.

Posto CAD e do Posto SIG, principalmente quando o trabalho de edição e preparação da cartografia terminou, constataram-se dois factos: O trabalho de SIG era demasiado para uma só pessoa e o trabalho de CAD era muito diminuto para manter alocado um recurso permanente.

Desta análise comum a todos os intervenientes, partiu a tentativa conseguida de expandir a estrutura, no que respeita a software. Assim, e devido à existência de fundos remanescentes do projecto, foi adquirida uma nova vaga de software, no sentido de atenuar as deficiências observadas. A Tabela 3 demonstra a estrutura SIG de cada autarquia na Comunidade Intermunicipal.

Entidade/ C.M.	Número de Licenças										
	ArcSDE	ArcIMS	ArcGIS Server (Standard) ⁸	ArcGIS (ArcEditor)	ArcGIS (ArcView)	ArcGIS	GProc ⁹	EPloc	ArcPad	AutoCAD ¹⁰	Microstation
Águeda	1	1	1	1	5	0	0	2	-	1	1
Albergaria	1	1	1	1	2	1	1	1	-	1	1
Aveiro	1	1	1	1	2	0	0	0	-	0	1
CIRA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Estarreja	1	1	1	1	2	1	1	0	-	1	1
Ilhavo	1	1	1	1	2	1	1	0	-	1	1
Mira	1	1	1	1	2	1	1	1	-	1	1
Murtosa	1	1	1	1	2	1	1	0	-	1	1
O. Bairro	1	1	1	1	2	1	1	0	9	2	1
Ovar	1	1	1	1	2	1	1	0	-	1	1
S. Vouga	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1
Vagos	1	1	1	1	2	1	1	0	-	1	1

Tabela 3: Estrutura SIG nas autarquias da Comunidade Intermunicipal em Novembro de 2008

Como se pode observar na Tabela 3 a estrutura actual de uma autarquia da CIRA, apresenta algumas diferenças em relação ao projecto inicial. De realçar o aumento o número de licenças de software SIG *desktop*, com a aquisição de pelo menos uma licença *ArcView* para cada nó local. De destacar que foram adquiridas também para cada nó local licenças referentes às extensões *ESRI*

⁸ Em 2007 a *ESRI* Portugal passou a comercializar o software *ArcGIS* Server, tendo oferecido às câmaras detentoras de licenças de *ArcIMS* e *ArcSDE* e com contrato de manutenção activo, uma cópia.

⁹ As Câmaras de Aveiro e Águeda já possuíam soluções análogas ao *Gproc* e *EPloc*.

¹⁰ Não foi possível saber quantas licenças de *AutoCAD* existem em todas as Câmaras Municipais, sabendo-se que são várias as existentes em cada município.

mono posto (*Spatial, 3D e Network Analyst*), com a finalidade de dotar a ferramenta SIG existente de outras capacidades como a análise espacial, a análise 3D e a análise de redes.

A aquisição de aplicações *desktop* como o GProc e o EPLoc, que facilitam a gestão urbanística e a impressão de plantas de localização, por parte da grande maioria das autarquias é sintomático do impulso que o projecto SIGRia veio dar aos SIG na CIRA.

Outro facto interessante é a aquisição de software *ArcPAD* por parte de algumas autarquias, demonstrando o interesse noutra vertente dos SIG que é a aquisição de dados em campo em tempo real.

Por fim, referir que em dois projectos paralelos no âmbito do Aveiro Digital, *SecurRia* e *AmbiRia*, a CIRA adquiriu à *ESRI* Portugal duas aplicações *Web* com o mesmo nome.

O projecto *SecurRia* - Segurança na Região da Ria de Aveiro, teve como objectivo dotar as 11 autarquias e a CIRA de planos de risco e segurança. A ideia subjacente era georreferenciar as zonas e situações de risco, bem como a localização de recursos e sistemas de segurança e de resposta a situações de emergência. Os planos e cartas de segurança e emergência seriam disponibilizados *on-line*, garantindo-se o acesso às entidades coordenadoras de Protecção Civil (AMRia, 2006b).

O Projecto *AmbiRia* (Gestão Ambiental na Região da Ria de Aveiro), teve como objectivo dotar os 11 municípios e a CIRA de planos do ambiente e da água, modernizando os processos de recolha, sistematização e divulgação de parâmetros de qualidade ambiental, sendo dada prioridade ao levantamento, cadastro e georreferenciação dos recursos hídricos pela sua importância para o planeamento do território (AMRia, 2006c).

Ambos os projectos hoje em dia são muito pouco utilizados, estando mesmo em completo desuso na grande maioria dos municípios componentes da Comunidade Intermunicipal.

No passado ano de 2008, foi lançado mais um projecto pela Comunidade Intermunicipal, recorrendo a fundos comunitários denominado de *+MARia* (Mais Modernização Administrativa na Ria), que tem como objectivo impulsionar a modernização administrativa nos municípios associados, tendo concretamente como metas na área dos SIG a construção de 3 aplicações via web distintas:

- Aplicação para gestão de factos publicitários (Intranet);
- Aplicação para participação pública na discussão de Planos de Ordenamento(Internet);
- Aplicação para impressão de plantas de localização (Internet);

Com o final em Fevereiro de 2010, este projecto revelou-se mais uma vez inovador no sentido da utilização do SIG como ferramenta imprescindível no processo de modernização administrativa de uma autarquia.

3.3.2 Análise das áreas funcionais utilizadoras de ferramentas SIG

Com o impulso dado pelo projecto *SIGRIA*, vários foram os serviços das autarquias associadas da CIRA que alargaram o leque de utilizadores SIG dentro das suas organizações. Apesar de não se ter atingido ainda um nível de maturidade bom, no que respeita à organização e utilização das ferramentas SIG pelas autarquias, muitas são as áreas que já começa a retirar partido destas funcionalidades.

As primeiras áreas que cedo entenderam o potencial da implementação do SIG foram aquelas relacionadas com o planeamento e a com a utilização dos instrumentos de gestão do território, tanto em análises para a emissão de pareceres, como no auxílio na elaboração de novos planos. Ainda neste âmbito, as obras particulares começaram também a utilizar estas ferramentas, quer na impressão de plantas de localização, quer na resolução de dúvidas relativas a aspectos legais relacionados com a entrada de novos processos de obras. Em muitas autarquias, o surgimento dos SIG, alteraram os procedimentos correntes nesta área, nomeadamente com a alteração aos regulamentos municipais, com o intuito de legislar a obrigatoriedade de entrega de levantamentos topográficos georreferenciados, o que até à data não se verificava. As aplicações *EPLoc* e *GProc* deram um precioso contributo nesta área.

Também a área da Protecção Civil passou a ser grande utilizadora destas ferramentas, principalmente por intermédio dos recém formados Gabinetes Técnicos Florestais, na elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios e do Plano Operacional Municipal.

Os serviços de Ambiente, com o auxílio da ferramenta *AmbiRIA*, especificamente concebida para o efeito, começaram a cadastrar e monitorizar as redes de pontos de água, a distribuição de Ecopontos e nalguns casos a rede de águas e saneamento.

De uma forma geral pode-se dizer que todo o funcionamento das autarquia foi afectado pela implementação dos SIG, com maior significado nas áreas acima referenciadas.

3.4 Conclusões

Em jeito de conclusão, o impulso dado pelo projecto *SIGRIA*, foi determinante no surgimentos dos SIG na grande maioria dos municípios constituintes, excepção a Águeda e Aveiro que já possuíam estas ferramentas ainda que num ou noutro caso de forma incipiente. Pode-se mesmo afirmar, que se não fosse a existência deste projecto, não existiria ainda qualquer SIG em muitas destas autarquias.

A evolução natural dos SIG fez com que cedo se percebesse que o projecto inicial tinha sido sub-avaliado, tendo sido necessária a aquisição de mais software e equipamento diverso, ficando mesmo assim aquém das necessidades reais de cada autarquia. Assim, como se verifica a influência dos SIG nestas autarquias ainda que não sendo definitiva, já se faz sentir com alguma importância.

4 O SOFTWARE LIVRE DE CÓDIGO ABERTO E OS SIG

Nos últimos anos o software livre e de código aberto tem vindo a ganhar espaço como alternativa credível e real às soluções proprietárias, sendo adoptado paulatinamente por empresas e instituições governamentais, com os objectivos de diminuir os encargos com licenciamento, ter acesso a software à medida e de qualidade, ou para se tornarem independentes das empresas que o comercializam (OpenBRR, 2005).

Esta tendência é aplicável também à área dos SIG, onde as soluções FOSS começam hoje em dia a albergar a larga maioria das necessidades, fazendo-o com software de qualidade comprovada (Sveen, 2008).

O elemento caracterizador deste tipo de software, é a licença sob a qual este é distribuído que permite ou concede aos seus utilizadores um conjunto de “liberdades”, ao contrário do software proprietário onde os responsáveis pelo seu desenvolvimento possuem direitos exclusivos de acesso ao seu código e onde os utilizadores só têm acesso à versão executável do software. O software proprietário tem um custo monetário associado e a sua licença proíbe a sua redistribuição ou alteração ao código por parte dos utilizadores. Por outro lado as licenças FOSS garantem aos seus utilizadores o direito a:

- Utilizar o software em qualquer circunstância;
- Modificar o software e distribuir as suas alterações;
- Redistribuir o software;

sem a necessidade de pagar ao autor nenhuma quantia para o poder fazer.

Além destes factores mais visíveis, é importante realçar que o movimento FOSS não resume os seus ideais apenas à liberdade de utilização e modificação ao software, defendendo também “a fundação de uma sociedade de aprendizagem onde partilhamos o nosso conhecimento de uma forma sobre a qual outros possam construir” (FSF, 2007e), remetendo-nos também para a questão da disponibilidade de dados espaciais livres (Steinger et al, 2008).

4.1 O FOSS

FOSS é um dos vários termos que vem sendo utilizado para definir um conjunto muito particular de software (Sveen, 2008). Este termo combina o movimento do software livre (*Free Software*) e o movimento do software de código aberto (*Open Source Software*), de referir que a palavra “livre”, tradução do inglês de “*Free*”, surge aqui com o significado de liberdade, e não

associada a gratuidade.

As filosofias e os modelos de desenvolvimento do FOSS são frequentemente comparadas às utilizadas no software proprietário. Este último é desenvolvido em ambientes fechados, na maioria das vezes por grandes empresas de software. O software é geralmente licenciado com restrições bastante apertadas, com a sua utilização muito bem definida e com custos consideráveis para a sua utilização. Uma restrição importante é a não permissão de acesso ao código fonte e consequentemente a alteração do programa para o adaptar às suas necessidades específicas do utilizador.

No sentido inverso, o FOSS permite a utilização do software em qualquer circunstância e o código fonte deve estar acessível a quem adquiriu o programa, admitindo que o utilizador o estude e altere de forma a preencher as suas necessidades (Wheeler, 2007).

O FOSS permite excelentes oportunidades para presenciar diferentes visões do mercado de software. Ao invés de manter o código fechado, inacessível e de cobrar aos utilizadores grandes quantias de dinheiro para utilizarem as aplicações, o FOSS oferece liberdade de acesso, de visualização, modificação e construção sob o código fonte do programa (Nieman, 2008).

O termo, FOSS, pode parecer um pouco redundante e para o melhor compreender será conveniente que se olhe para as histórias do *Free Software* (Software Livre) e do *Software Open Source* (Software de Código Aberto).

4.1.1 Software Livre

A FSF (*Free Software Foundation* - Fundação de Software Livre), fundada em 1985 por *Richard Stallman* (na altura um investigador do *MIT - Massachusetts Institute of Technology*) e sediada nos Estados Unidos, com o objectivo de promover os quatro direitos de liberdade que um utilizador de software deverá possuir. Segundo a definição de Software Livre da *FSF*¹¹, estas são as quatro liberdades essenciais (FSF, 2008):

- “A liberdade de executar um programa, para qualquer propósito (liberdade 0)”.
- “A liberdade para estudar o funcionamento de um programa, e para adaptá-lo às suas necessidades (liberdade 1). O acesso ao código fonte é uma pré condição para que isto seja possível”.

¹¹ <http://www.fsf.org/> (consulta em 15-10-2008)

- “A liberdade para redistribuir cópias para que dessa forma se possa ajudar o próximo (liberdade 2)”.
- “A liberdade para melhorar um programa, e facultar essas melhorias para o público, que permita assim o benefício de toda a comunidade (liberdade 3). O acesso ao código fonte é uma pré condição para que isto seja possível”.

Um programa é considerado software livre se os seus utilizadores usufruírem de todas estas liberdades.

4.1.2 Software Open Source

A *Open Source Software Initiative* - Iniciativa de Software de Código Aberto (OSI) , está, à semelhança da *FSF*, sediada nos Estados Unidos da América. Foi fundada em 1998 e desde essa data mantém a *Open Software Definition* (OSD), que funciona de maneira análoga à *Free Software Definition* (FSD) da *FSF*. À primeira vista estas duas definições são bastante semelhantes, mas um olhar mais atento permite vislumbrar algumas diferenças. Ao contrário das quatro liberdades apresentadas pela *FSF*, a *Open Source Definition*¹² apresenta 10 pontos que descrevem o alcance do software *open source*. Os 10 critérios, segundo *Coar* (2006) são apresentados em baixo (Coar, 2006):

1. Redistribuição Livre – A licença não poderá restringir a capacidade de uma pessoa redistribuir o software.
2. Código Fonte – A licença deverá permitir a distribuição do programa sobre a forma de código fonte ou compilado. No caso da distribuição ser feita sobre a forma de programa compilado, o código fonte deve ser fornecido com o programa ou estar facilmente acessível, de preferência através da Internet sem nenhum custo acrescido.
3. Trabalhos Derivados – Para permitir o rápido desenvolvimento do programa, as modificações e trabalhos derivados, deverão ser distribuídos nos mesmos termos que o programa original.
4. Integridade dos Autores do Código Fonte – A licença deverá requerer que o código fonte possa ser redistribuído de uma forma inalterada, desde que permita que ficheiros de actualização sejam partilhados.
5. Não discriminação de Pessoas ou Grupos – A licença não poderá restringir a utilização de um programa a uma determinada pessoa ou grupos.

¹² <http://opensource.org/docs/definition.php> (consulta em 20-10-2008)

6. Não Discriminação Contra Campos de Actividade – Assim como o critério 5, a licença não poderá restringir a utilização de um programa tendo em consideração neste caso o campo de negócio.
7. Distribuição da Licença – A licença deverá ser aplicável a qualquer pessoa ou entidade que a possa utilizar (mesmo que estes a recebam através de um redistribuidor).
8. A Licença Não Poderá Ser Específica de um Produto – A licença permanece aplicável mesmo que o programa tenha sido extraído da distribuição original do software. Quem receber um programa que tenha sido extraído de uma distribuição original, deverá ter os seus direitos garantidos pelo distribuidor da licença.
9. A Licença Não Poderá Restringir Outro Software – Outro software que seja distribuído com o programa não pode ser restringido pela licença do programa.
10. A Licença Deverá Ser Tecnologicamente Neutra – A licença deverá ter em consideração que o código poderá ser utilizado ou distribuído numa forma que poderá não permitir ao utilizador confirmar o seu acordo de licença.

Assim, um programa é considerado software Open Source se a sua licença de utilização respeitar estes 10 critérios apresentados.

4.1.3 Software Livre vs. Software de Código Aberto

Frequentemente os termos software livre e software de código aberto, são utilizados como sinónimos. Considerando o que foi acima descrito e analisando a Figura 1 pode-se verificar que o âmbito do Software *Open Source* e do *Free Software* se sobrepõem (Nieman, 2008). Não obstante as semelhanças existentes, a distinção entre estes dois termos pode ser feita por várias razões. Segundo *Steinger et al* (2008) a mais importante será a falta de força do termo “código aberto”, uma vez que este descreve por um lado a acessibilidade ao código fonte, e por outro lado a possibilidade de este código poder ser estudado. Contudo estas palavras não englobam as liberdades de redistribuição e de alteração do código, sendo portanto a palavra “livre” mais apropriada para descrever as liberdades anteriormente enumeradas (*Steinger et al*, 2008).

Outra diferença interessante, reside no facto de que o termo “*Open Source*” foi introduzido como se viu pela *OSI*, como se de uma marca ou chancela se

tratasse, podendo esta organização certificar software como sendo *Open Source*, todo o software que cumpra os 10 critérios acima apresentados. De um modo geral, estes critérios são uma forma diferente de enunciar as 4 liberdades estabelecidas pela *FSF*. Contudo, têm existido casos onde licenças aprovadas pela *OSI* não foram sancionadas como software livre pela *FSF*.

Exemplos deste tipo de licenças são os casos da *NASA Open Source Agreement (OSA)* e da *Open Public License (OPL)*. Neste exemplo a *FSF* reclama que estas licenças infringem as liberdades defendidas por esta fundação, uma vez que a *NASA OSA* requer que alterações ao software sejam feitas por parte dos programadores que estiveram na base do projecto, e a *FSF* defende que o desenvolvimento de software livre depende da combinação de código por terceiros, o que contradiz a licença da *NASA* (*FSF*, 2007a). A *OPL* requer que as alterações ao programa sejam enviadas ao programador original o que contraria a terceira liberdade da *FSF*. Embora para o utilizador comum de software estas diferenças não são de monta, pode-se afirmar que existem diferenças filosóficas entre ambas (*Stallman*, 2002).

Por outro lado, existem várias licenças aprovadas quer por uma quer por outra organização, sendo as mais conhecidas a *GPL (GNU Public License)*, a *LGPL (Less GNU Public License)*, as licenças *BSD (Berkley Software Distribution)* e as licenças *MIT*. Projectos maiores como o caso do *Apache Software Foundation* e do *Mozilla Foundation* desenvolveram as suas próprias licenças (*Steinger et al*, 2008).

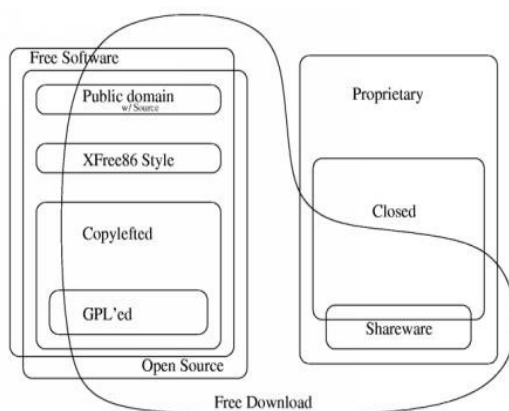


Figura 1: As diferentes categorias de software segundo Chao-Kuei
(Fonte: <http://www.gnu.org/philosophy/categories.html>)

As licenças mencionadas implementam em diferentes graus as liberdades acima citadas.

Considerando o acima exposto, existem vários tipos de licenças de software GNU desenvolvidas pela *FSF* com o objectivo claro de garantir o cumprimento das quatro liberdades promovidas por esta organização. Estas licenças deverão ser utilizadas pelos criadores de software, para o tornar acessível ao público. As mais importantes são conhecidas como *GPL* e *LGPL* (FSF, 2008).

A licença *GPL* (*GNU Public License*) é considerada uma licença *copyleft* desafiando o conceito de *copyright* associada ao software proprietário. A ideia do *copyleft* é que as “liberdades” do software original (ou mesmo de outro tipo de trabalhos) são transportadas para qualquer sub-produto ou para novas versões, impedindo assim que um utilizador a meio altere por exemplo o código e o redistribua sem as liberdades iniciais (FSF, 2007b).

A licença *GPL* está actualmente na terceira versão que foi lançada a 29 de Junho de 2007 (FSF, 2007a).

Esta licença protege assim os criadores de software de que os os trabalhos derivados necessitam ser marcados para que caso exista um qualquer problema que ocorra com a utilização desse produto, não lhes seja imputadas quaisquer responsabilidades.

Resumindo e tendo em conta as quatro “liberdades” apresentadas acima, a licença *GPL* permite que os utilizadores: possam correr o programa original de qualquer forma que estes entendam; que redistribuam a código fonte a qualquer preço desde que a licença *GPL* seja mantida; e distribuir novas versões do código fonte desde que as alterações sejam identificadas e a licença *GPL* mantida. Os utilizadores podem também distribuir o programa em modo binário desde que o código fonte possa estar disponível para os que assim preferirem (FSF, 2007a).

A licença *LGPL* (*Lesser GNU Public License*) utiliza todos os termos da licença *GPL*, com algumas diferenças que a tornam mais aplicável para a utilização em algumas bibliotecas. As bibliotecas de software são porções de código, sub-rotinas ou classes, que fornecem funcionalidades aos programas. As bibliotecas são por natureza uma excelente forma de partilhar funcionalidades entre programas. Por exemplo a biblioteca *GDAL*, fornece capacidades de manipulação de dados espaciais em formato *raster*, esta pode ser utilizada por um programador evitando assim a duplicação de trabalho e de escrita de código novo.

A licença *LGPL* permite a inclusão de bibliotecas em software proprietário,

enquanto a licença GPL proíbe-o (FSF, 2007c). Se um utilizador modificar a livraria licenciada sob *LGPL*, ele tem a liberdade de licenciar as derivações do seu trabalho quer pela *LGPL* ou *GPL* (FSF, 2007d).

4.1.4 Porquê utilizar Software Livre e de Código Aberto?

É bastante fácil ficar-se distraído perante conceitos como os diferentes tipos de licenças, ou o código, quando se avalia FOSS, ou quando se considera este tipo de software como parte de uma estratégia corporativa. Fundamentalmente projectos de sucesso de FOSS não são desenvolvidos com o intuito de criar código fonte, são criados com o propósito de fazer crescer comunidades que partilham interesses comuns (Ramsey, 2007).

O facto de na maioria das vezes o software ser gratuito, levanta por si só várias dúvidas perante grande parte das pessoas, em relação à sua qualidade e fiabilidade, dando mesmo origem a alguns mitos. Os argumentos para a adopção de FOSS são inúmeros, e nas linhas que se seguem, apresentam-se alguns deles, assim como se desmistificam alguns dos mitos criados.

Em relação às dúvidas relativas à qualidade, Wheeler (2007), num interessante artigo analisa e compara sob vários aspectos as capacidade do FOSS *versus* COTS. Um dos indicadores a merecer análise foi a quota de mercado dos servidores de Internet. O resultado obtido revelou que o mais popular servidor *Web* de sempre, é FOSS. O Apache é actualmente o líder neste segmento, em oposição ao conhecido *IIS* (*Microsoft Internet Information Services*). Este exemplo ajuda a compreender que a utilização de FOSS em algumas áreas fulcrais no mundo das TI, como é o caso dos servidores *Web*, é uma realidade atestando assim a sua qualidade.

Como foi referido, outra questão muito levantada em relação ao FOSS diz respeito à sua fiabilidade. Segundo alguns estudos levados a cabo por algumas empresas como a IBM (IBM, 2003) e algumas revistas *on-line* como a *ZDnet*¹³ (Zdnet, 1999) e a *cnet*¹⁴ (cnet, 2003), revelaram que na maioria das situações, os sistemas operativos *Linux* são tão ou mais fiáveis que os concorrentes como o *Windows* da *Microsoft*. Testes efectuados, revelaram que os sítios de Internet que utilizam software para servidores *Microsoft IIS* estiveram o dobro do tempo *offline* em oposição aos sítios utilizadores de *Apache*.

¹³ <http://www.zdnet.com/> (consulta em 29-10-2009)

¹⁴ <http://www.cnet.com/> (consulta em 29-10-2009)

Outro assunto na ordem do dia quando se fala em FOSS é a sua escalabilidade, ou seja a capacidade de ajuste quer em relação a grandes problemas, como necessidades de processamento elevadas e alto desempenho em servidores, quer a questões mais simples como a utilização de PDA. A revista *Forbes*, aponta para o domínio do GNU/Linux nos supercomputadores, indicando que este SO é utilizado por 78% dos 500 mais rápidos computadores do mundo à data do estudo (Forbes, 2002).

A segurança é outro indicador importante, e sempre foram muitas as dúvidas levantadas em relação a esta matéria no que concerne ao FOSS (Wheeler, 2007). É extremamente difícil mensurar a segurança quantitativamente, contudo foram efectuados ao longo dos últimos anos alguns testes para confirmarem a segurança destes softwares. Pesquisas efectuadas pela AOL, mostraram que sistemas *Linux* sem actualizações de segurança são mais estáveis e duradouros que sistemas *Windows* nas mesmas condições. Outros estudos realizados em 2001, verificaram que o *IIS* foi atacado 1400 vezes mais do que o seu concorrente FOSS, o *Apache* (Wheeler, 2010), e segundo o mesmo autor os vírus informáticos são incomparavelmente superiores em *Windows* do que em outro qualquer sistema.

Tendo desmistificado algumas questões relativas ao FOSS, importa agora analisar algumas vantagens da sua utilização. Um facto indesmentível é que os custos iniciais do FOSS são bastante mais baixos, comparados com os do software proprietário. Note-se que baixos custos não significam ausência de custos, uma vez que se na maioria dos casos não existem despesas relativas à distribuição, existem custos associados à impressão de documentação, à formação, ao apoio técnico, à administração de sistemas, entre outros, tal como no software proprietário.

As despesas com, gestão de licenças, contratos de manutenção e actualizações são por norma também menores, ou mesmo inexistentes. No que respeita aos contratos de manutenção, a política das grandes empresas de software proprietário, apontam geralmente para valores anuais na ordem dos 20% do custo base do software, como valor de referência para a sua manutenção. Estes custos são tanto maiores quanto o número de licenças existentes. Além disto, estes contratos são potencialmente nocivos para os clientes, uma vez que estes ficam reféns dos novos preços a implementar pela empresa, ajudando a construir monopólios que em nada ajudam a organização. Neste âmbito o que se passa com o FOSS é bastante diferente,

pois não só se podem fazer as actualizações gratuitamente, como estas podem ser feitas quando se deseja, e não através de uma qualquer imposição de terceiros.

No que respeita ao apoio técnico este pode ser adquirido como um serviço, consequentemente pago, ou pode simplesmente ser obtido através dos mecanismos disponibilizados na Internet, entre pares, como os fóruns, as listas de correia electrónico, *wikis*, etc..

Outra característica importante do FOSS, é a sua capacidade de funcionamento utilizando menos recursos de *hardware*, podendo-se poupar aqui uma soma considerável ao erário público, pois não é necessário o investimento constante em novas máquinas com maiores capacidades para acompanhar as exigências do software.

Por fim, existem ainda questões que não obstante de serem difíceis de quantificar, são mais valias no apoio à escolha de FOSS como alternativa válida ao software proprietário. Destas destacam-se a maior flexibilidade do FOSS, uma vez que na posse do código fonte é possível adaptar o código do software, ajustando-o às necessidades da organização, quer adicionando novas funcionalidades, quer retirando funções supérfluas. Outra vertente importante na adopção de FOSS é que a utilização deste software potencia a inovação e a criação de um espírito de partilha, permitindo aos utilizadores o desenvolvimento de aplicações que visam resolver problemas comuns, colocando na resolução o seu entendimento da realidade.

Existem também algumas vantagens sociais na adopção de FOSS, que interessam abordar de forma rápida. Estas consistem na aproximação ao cidadão, através da utilização de *standards* abertos a que todos podem aceder, o aumento da competitividade e empreendedorismo local, democratização de processos e o fomento de uma cultura de conhecimento.

Nem só de vantagens vive o FOSS, e questões como a pouca oferta formativa existente no nosso país, e a existência de massa crítica insuficiente, são algumas das desvantagens da utilização de FOSS.

A Tabela 4 apresenta um resumo das vantagens e desvantagens abordadas que justificam a adopção de FOSS, não obstante a persistência de alguns mitos e receios na sua utilização.

	FOSS	COTS
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização ilimitada (sem restrições ao número de licenças); • Sem custos de licenciamento • Sem obrigatoriedade de manutenção; • Baseado em standards abertos; • Menores necessidades de <i>hardware</i>; • Suporte disponível; • Aumento do conhecimento interno; • Contributo para uma mentalidade de partilha; • Aumento do conhecimento interno na organização; • Resolução de <i>bugs</i> rápida; • Possibilidade de tradução para Português; • Personalização ao nível da API. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os diferentes componentes desenhados para trabalharem e conjunto; • Normalmente bem documentado; • Garantia do produto dada pela empresa que o desenvolveu; • Novos produtos ou serviços.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Necessário <i>know how</i> para a sua instalação; • Custos de formação; • Poucas empresas em Portugal que prestem serviços de consultadoria nesta área. • Pouca oferta formativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preço do software e custos de manutenção • Custos de formação; • As manutenções estão associadas a empresas específicas; • A personalização difícil devido ao código fonte ser fechado; • Sistema adaptado às necessidades da organização. • Suporte apenas enquanto a empresa existir.

Tabela 4: Vantagens e desvantagens de FOSS e COTS (Adaptado: Steinger et al, 2008)

4.2 Software Livre e de Código Aberto para SIG

De uma forma natural o FOSS chegou ao mundo dos SIG, e nos últimos anos estas soluções têm crescido tanto em quantidade, qualidade e diversidade de utilização. Tendo em mente os ideais quer da FSF, quer da OSI, programadores na área da geomática têm vindo a desenvolver uma vasta gama de aplicações. Na mesma medida, os utilizadores destes programas também têm vindo a aumentar, quer em número quer na variedade dos seus interesses, desde indivíduos em suas casas procurando soluções livres para substituir soluções proprietárias extremamente onerosas, a organizações educacionais e

governamentais que muitas vezes prestam auxílio financeiro para o desenvolvimento de FOSS. As razões invocadas para justificar a utilização de aplicações FOSS descritas anteriormente, aplicam-se de igual forma aos indivíduos da comunidade da geomática que escolheram este tipo de software relegando soluções proprietárias (Nieman, 2008).

O espaço do GFOSS inclui produtos que preenchem todos os níveis de uma infra-estrutura de dados espaciais abertos. Os produtos existentes começam a entrar agora numa fase de refinamento e melhoria, utilizando para isso o núcleo das estruturas de software já existentes. O FOSS pode constituir uma alternativa completa e credível ao software proprietário, com a vantagem de ser compatível com a maioria dos sistemas (Ramsey, 2007).

4.2.1 A Fundação OSGeo

Desde 2006, a comunidade FOSS tem vindo a ser representada por uma organização denominada OSGeo, fundada com o objectivo de ser, um ponto de contacto, agregador e promotor de projectos GFOSS. Cada vez é maior o número de projectos sob a alçada desta organização, cerca de 20 actualmente, mas muitos mais existem externamente à organização, cerca de 250. Em Portugal existe já formalizado um Capítulo local da OSGeo, denominado OSGeoPT¹⁵, que tem revelado um dinamismo e crescimento assinalável, amplamente demonstrado pela participação crescente de público nas 3 edições das jornadas por si organizadas, Jornadas SASIG, e na vitalidade da sua *mailing list*, espaço privilegiado para esclarecimento de dúvidas e de partilha de conhecimento.

4.3 Conclusões

O software livre e de código aberto, assume-se cada vez mais como uma opção credível a tomar aquando da selecção de software para realizar qualquer tarefa. Assim, não é de estranhar o aparecimento nos últimos anos de cada vez mais e melhores projectos FOSS na área dos SIG, nem o aumento da sua procura. Não obstante de ainda subsistirem algumas dúvidas em relação à sua utilização, não é menos verdade que estas têm vindo paulatinamente a dissipar e hoje em dia são cada vez mais os exemplos de sucesso na sua adopção.

¹⁵ <http://wiki.osgeo.org/wiki/Portugal> (consulta em 25-10-2010)

5 CASOS DE UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS LIVRES E DE CÓDIGO ABERTO NA ADMINISTRAÇÃO LOCAL

São alguns os casos de sucesso de utilização de FOSS para SIG na administração local em Portugal, que paulatinamente vêm nos últimos tempos conquistando o reconhecimento da comunidade. Casos como a Região do Algarve, os Municípios de Albufeira, Tavira, Vale de Cambra, e Mogadouro são alguns exemplos de pioneirismo e vitalidade neste domínio, que vão abrindo caminho para que outros possam seguir as suas pisadas.

Nas páginas seguintes analisa-se o estado da arte da utilização de FOSS para SIG no nosso país, através da face visível do SIG das organizações supra mencionadas, que são os serviços de IG por si disponibilizados aos cidadãos via Internet.

5.1 Região do Algarve - Algarve Digital

Sensivelmente em 2004, a Associação de Municípios do Algarve, englobado no programa Algarve Digital¹⁶, lançava o seu serviço de mapas na Internet, com recurso a FOSS. Beneficiando da partilha de experiências, conquistas e dificuldades, com a sua associada, a Câmara Municipal de Albufeira, estes dois projectos cresceram de forma independente mas complementar.

Ainda hoje uma referência nesta área, este projecto teve como grande conquista a adopção de FOSS pela maior parte dos municípios que integram a associação.

Com um vasto conjunto de informação do território disponível, o Algarve Digital apresenta uma aplicação base, o Geo-algarve que além de mapa de base, serve como porta de acesso a vários serviços de apoio como:

- Consulta de itinerários turísticos (bicicleta, circuitos pedestres e culturais);
- Algarve-Acolhe, Áreas de acolhimento empresarial, Figura 2;
- Geo-Censos¹⁷, serviço de mapas estatísticos;
- Geo-Planos, consulta e análise de IGT.

¹⁶ <http://www.algarvedigital.pt/algarve/index.php> (consulta em 24-6-2010)

¹⁷ <http://staging.geostat.algarvedigital.pt/v21/stats/> (consulta em 5-10-2010)

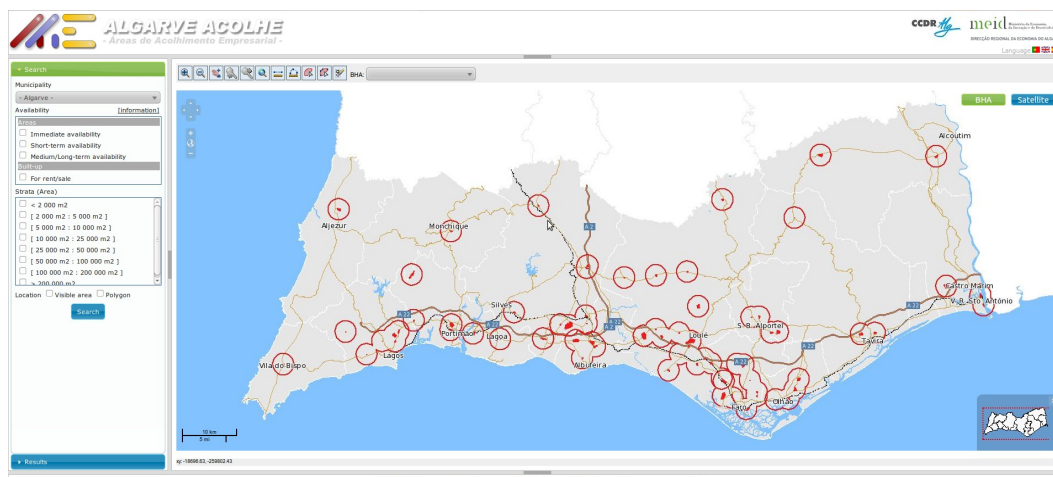


Figura 2: Aplicação Algarve Acolhe

Este projecto foi todo desenvolvido apenas com recursos-humanos internos à organização.

5.2 Município de Albufeira

Desde o início de 2004 que o SIG do Município de Albufeira¹⁸, Algarve, tem vindo a ser desenvolvido com base em software livre e de código aberto. A adopção deste tipo de software coincidiu com a vontade de alargar a utilização do SIG aos vários serviços da autarquia e ao exterior, o que levou à necessidade de adopção de uma plataforma tecnológica que suportasse estes objectivos (Sena, 2008).

A solução tecnológica implementada teve como principais objectivos a aquisição e estruturação de informação geográfica numa primeira fase, e posteriormente a disponibilização desta informação aos vários serviços da autarquia e ao exterior, preferencialmente através de aplicações desenvolvidas à medida que permitissem um acesso sistemático e fácil aos dados. Como objectivo paralelo, a solução a adoptar teria de ter em consideração a integração com a estrutura SIG e CAD já existente na autarquia, baseada em software proprietário.

Após a implementação da estrutura, foram desenvolvidas algumas aplicações, apoiadas numa base de dados em *PostgreSQL/PostGIS* e num servidor de mapas (*MapServer*). Algumas das aplicações desenvolvidas foram:

- Mapa Interactivo¹⁹ do concelho de Albufeira, Figura 3;
- Mapa Interactivo dos Estabelecimentos Hoteleiros e de Restauração e Bebida do concelho de Albufeira ;

¹⁸ www.cm-albufeira.pt/ (consulta em 24-6-2010)

¹⁹ <http://mapa.cm-albufeira.pt> (consulta em 24-6-2010)

- Consulta do Registo Geográfico dos Projectos de Obras Particulares ;
- Gestão da Sinalética Rodoviária;
- Aplicação de Emissão Automática de Plantas de Localização e Consulta dos Instrumentos de Gestão Territorial;
- GeoPortal²⁰, a partir do qual se acede a grande parte das aplicações acima referidas.

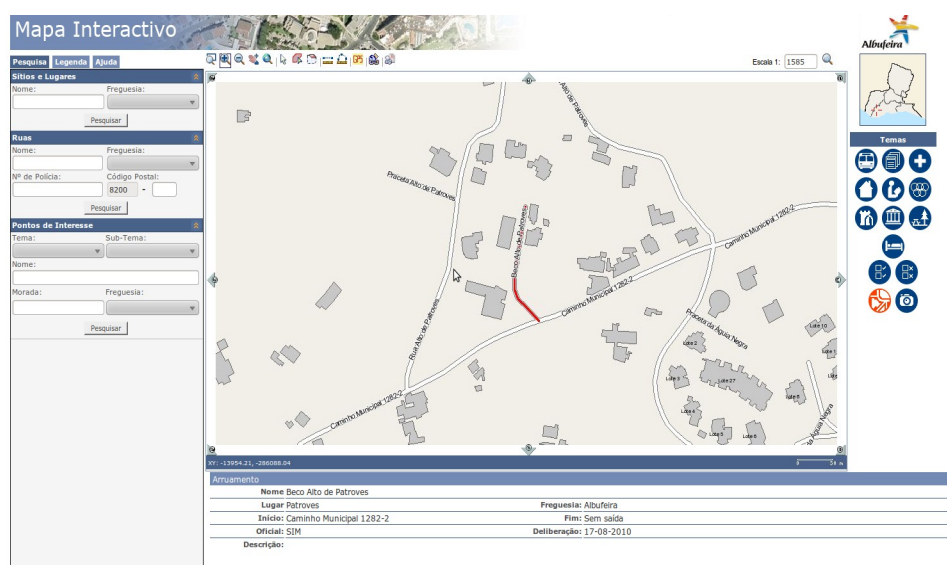


Figura 3: Aplicação Mapa Interactivo

O trabalho desenvolvido por este município foi pioneiro no país, uma vez que foi dos primeiros no país a utilizar FOSS numa autarquia e com reconhecido sucesso, apresentando ainda a particularidade de ter sido desenvolvido apenas com recurso a técnicos da instituição, analogamente ao Algarve Digital.

5.3 Município de Vale de Cambra

O município de Vale de Cambra²¹, Aveiro, possui uma história mais recente neste domínio, mas já com algum sucesso. O trabalho desenvolvido, foi executado pelos técnicos da autarquia, tendo a empresa Município, E.M., S.A. como consultora.

Os serviços disponibilizados na Internet, foram concebidos tendo como base uma base de dados *PostGreSQL/PostGIS* e como servidor de IG o *GeoServer*. Foi assim construído um GeoPortal²², que funciona como porta de entrada da

²⁰ <http://plantas.cm-albufeira.pt/geoportal/> (consulta em 24-6-2010)

²¹ <http://www.cm-valedecambra.pt> (consulta em 5-10-2010)

²² <http://sig.cm-valedecambra.pt/portal/> (consulta em 5-10-2010)

IDE, ainda que em fase algo embrionária. Aqui pode-se encontrar vários serviços de mapas, onde se incluem:

- A consulta e impressão de Instrumentos de Gestão do Território²³, Figura 4;
- Mapa de localização de marcas de apoio topográfico;
- Cartas geológica e hidrológica;
- Mapas das zonas Industriais.

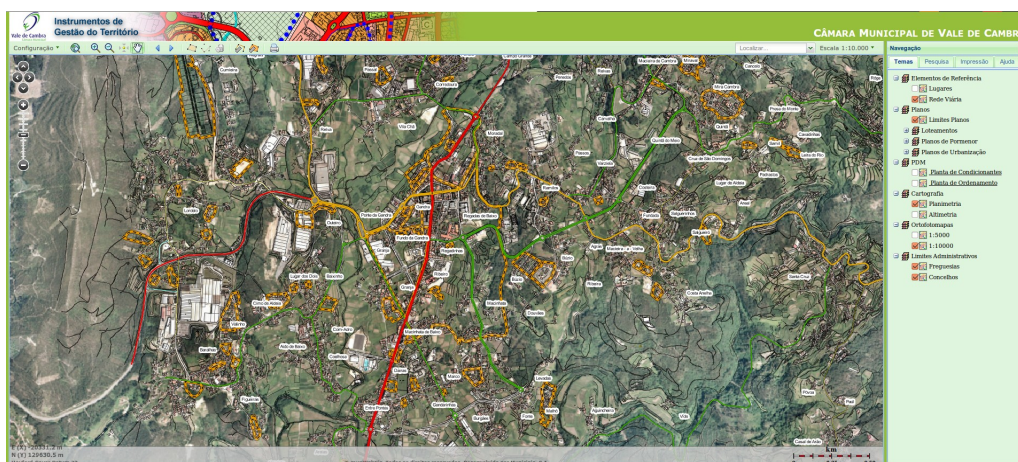


Figura 4: Aplicação de visualização e impressão de IGT (Instrumentos de Gestão do Território)

A IDE permite também o acesso a regulamentos, *downloads*, acesso a serviços WMS (Web Map Services) e a um interessante catálogo de IG, construído em GeoNetwork, com os respectivos metadados da Informação Geográfica disponibilizada pela autarquia.

5.4 Município de Mogadouro

O Município do Mogadouro, Bragança, é outro exemplo de utilização de FOSS para SIG, em Portugal. Também com uma história recente neste domínio, a autarquia disponibiliza na Internet alguns serviços desenvolvidos em conjunto com a empresa Novageo Solutions. No mapa principal²⁴, estão contidos vários módulos, onde se destacam:

- Plantas de localização;
- Consulta do PDM;
- Mapas Estatísticos, Figura 5;
- Equipamentos;

²³ <http://sig.cm-valedecimbra.pt/MunWebGis/igterritorio.aspx> (consulta em 5-10-2010)

²⁴ <http://195.22.11.132/websig/v31/gui/index.php?> (consulta em 5-10-2010)

- Protecção Civil;
- Roteiro Municipal.

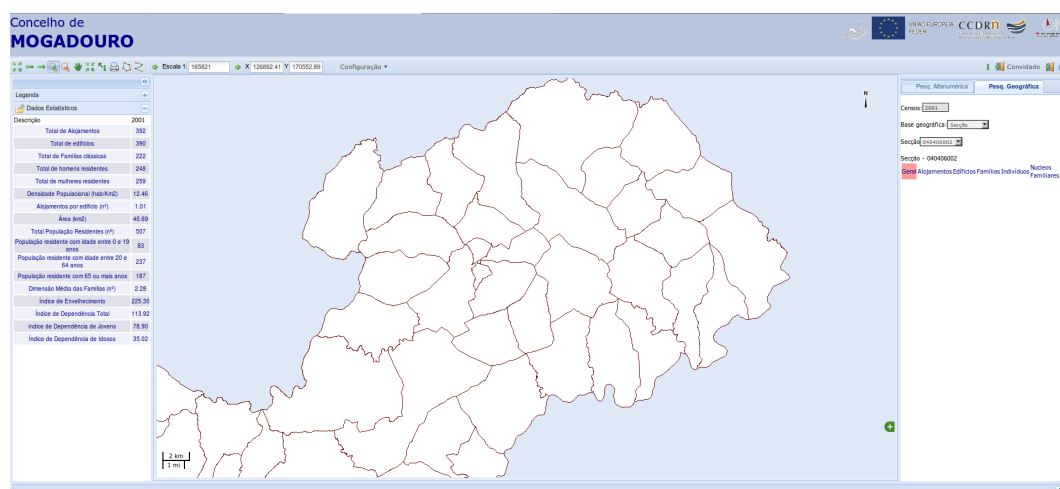


Figura 5: Mapa estatístico do Concelho de Mogadouro

5.5 Conclusões

Após a análise aos serviços disponibilizados, por estas organizações, na Internet, com recurso a FOSS para SIG pode-se constatar que já apresentam um leque de aplicações e funcionalidades bastante interessante, e com uma linha evolutiva ao longo dos últimos tempos bastante promissora. Interessante verificar que ao nível do desenvolvimento dos projectos, podemos constatar que têm realidades distintas, quer realizados apenas com recursos-humanos afectos à organização, quer com recurso a consultores externos.

6 DEFINIÇÃO DO PLANO

Porquê planear a implementação de GFOSS numa organização? Porque não introduzi-lo apenas fazendo *download* do software da Internet, carregar alguns dados e deixar que as coisas aconteçam?

Segundo *Tomlinson*, a experiência diz que o bom planeamento leva ao sucesso de qualquer SIG (Tomlinson, 2003). Quer se esteja a implementar um SIG baseado em FOSS de raiz, quer se esteja a migrar um existente para uma solução FOSS, deve-se sempre planear o seu desenvolvimento. Caso este aspecto não aconteça, incorre-se no risco de se terminar com um sistema desajustado face à realidade e que não corresponda de todo às expectativas criadas.

Saber o que se pretende do SIG a implementar é absolutamente crucial para que se atinja o sucesso. Não raras vezes, uma organização decide implementar um SIG apenas porque os seus responsáveis ouviram falar por parte dos seus pares de outras instituições, nas suas capacidades excepcionais de análise, gestão, ou disseminação de informação geográfica, ou somente porque não querem ser deixados para trás no que ao “comboio tecnológico” diz respeito. Assim, investem-se somas consideráveis de dinheiro em tempo, tecnologia, dados, e pessoas sem se saber exactamente o que é necessário para que o sistema funcione e cumpra os objectivos traçados (Tomlinson, 2003).

Além de todo o planeamento necessário para que qualquer organização atinja o sucesso com a introdução de um SIG, é importante ter especial atenção quando se considera a adopção de soluções FOSS, uma vez que como se verificou, existem algumas especificidades a ter em conta, quando comparado com a introdução de COTS.

É assim fundamental pensar e planear cuidadosamente a introdução de GFOSS numa autarquia, procedimento que pode envolver vários recursos e que se pode estender ao longo de um período considerável, dependendo dos objectivos traçados. Apresentam-se de seguida as fases pelas quais deve passar a introdução de um SIG numa organização, de acordo com a metodologia estabelecida.

6.1 Considerações Gerais

Antes de apresentar a metodologia de suporte à introdução de GFOSS numa

autarquia, importa tecer algumas considerações de carácter geral para melhor compreensão deste processo.

6.1.1 Alcance do Sistema

A primeira consideração, aponta para o alcance do sistema a implementar, dependendo este do objectivo definido pela organização. Numa autarquia pode-se afirmar que existem genericamente 2 níveis de alcance para a implementação de um SIG:

- SIG *desktop* ou departamental;
- Infra-estrutura SIG.

6.1.1.1 SIG Desktop

Muitas vezes, o objectivo da organização para a adopção de ferramentas SIG passa apenas por cumprir com projectos isolados, desenvolvidos por um único departamento, ou para suprir necessidades pontuais de um departamento ou de um utilizador. Exemplos que enquadram esta situação num município são os da divisão de planeamento e os trabalhos que esta desenvolve na produção dos diversos IGT, ou a disponibilização de uma ferramenta SIG a um novo colaborador que dela necessite. De uma forma sucinta, em ambos os casos, a solução SIG a adoptar envolve apenas a instalação e utilização de software *desktop*.

Por SIG *desktop*, entende-se uma ferramenta SIG, instalada em cada computador onde esta é necessária, concebida para realizar tarefas tradicionais de um SIG (Sveen, 2008). Não são instalados em servidores nem são acedidos ou operados a partir de computadores remotos, e permitem que os seus utilizadores visualizem, interroguem, editem, actualizem e analisem informação geográfica ou não (Steinger et al, 2008). Por este motivo, são soluções que quando instaladas isoladamente, provocam pouco impacto, quer na estrutura, quer na forma de trabalhar da organização, e que por isso não necessitam de uma metodologia muito complexa para a sua introdução.

Dentro do conjunto de soluções SIG, estas assumem particular destaque uma vez que têm de corresponder a um grande número de diferentes tarefas, propósitos e utilizadores. Sendo uma ferramenta que corre em cada computador, em teoria, cada um poderá ter a ferramenta que mais lhe agrada ou que melhor corresponde às necessidades inerentes às suas funções e perfil, partilhando apenas em última análise os dados com outros utilizadores. Na prática, quer do ponto de vista de gestão, quer do ponto de vista dos

utilizadores (partilha de *know-how* e de procedimentos típicos de processamento), não interessa ter uma grande diversidade de soluções informáticas com funcionalidades similares. Neste caso, é contudo interessante a possibilidade de se introduzir gradualmente uma nova aplicação SIG *desktop*, sem afectar de modo nenhum os outros utilizadores.

6.1.1.2 Infra-estrutura SIG

Pelo contrário, uma infra-estrutura SIG, caracteriza-se por permitir que virtualmente todos os membros da organização tenham acesso, de leitura, de escrita, ou ambos, à IG disponibilizada pelo SIG. O objectivo é tornar o SIG numa ferramenta indispensável no dia a dia, transversal a toda organização, perspectivando sempre o seu crescimento sustentado a médio e longo prazo.

Para que este objectivo seja atingido, além de software para recolha, preparação e análise de dados, o que pode ser conseguido através de software SIG *desktop*, será necessário também o recurso à implementação de SGBDR Geográficos para armazenar e processar grandes quantidades de informação. Esta informação estará disponível para vários utilizadores sendo que, será também necessário um servidor de IG e de metadados via Internet (Steinger et al, 2008). Também se podem adicionar ao grupo do software necessário para a construção de uma infra-estrutura SIG, bibliotecas de código e *plugins* que acrescentam funcionalidades extra ao software, como transformação de coordenadas (*Proj4*), conversão de formatos de dados (GDAL, *GeoTools*, OGR) ou mesmo alguns algoritmos de operações geoespaciais (GEOS, JTS), apenas para citar alguns exemplos. A Figura 6 ilustra um modelo genérico de uma infra-estrutura SIG.

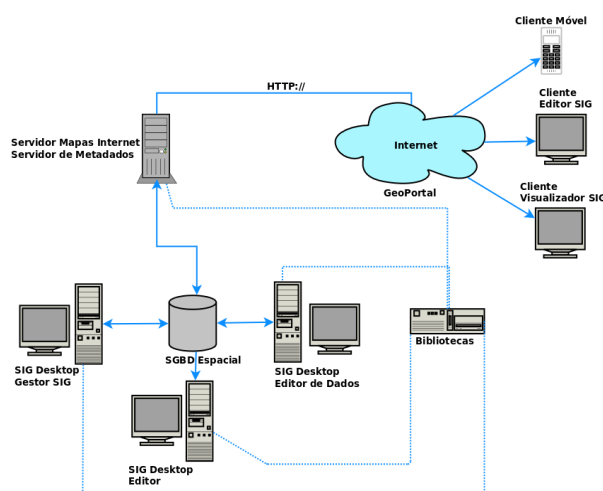


Figura 6: Exemplo de uma infra-estrutura SIG (Adaptado: Steinger e Bocher 2009)

Dada a sua transversalidade à organização, a introdução de uma infra-estrutura SIG é complexa, pois não só tem impacto na forma de trabalhar dos utilizadores SIG, como em toda a estrutura, tendo por este motivo de ser cuidadosamente planeada.

Pese embora a diferença de complexidade apresentada para a introdução de FOSS ao nível departamental ou da infra-estrutura, reflectida na metodologia a apresentar, não significa que não existam alguns pontos de contacto entre estes.

Mesmo que se trate da implementação de uma infra-estrutura SIG, faz pleno sentido introduzir-se em primeiro lugar uma ou mais alternativas FOSS, complementares ou não, para as funções típicas de um SIG *desktop*, deixando para análise posterior a introdução de soluções com maior impacto na infra-estrutura e consequentemente num número maior de utilizadores.

6.1.2 Migração/Implementação

Um outro aspecto importante para a implementação de FOSS numa autarquia, é a existência de duas abordagens possíveis para a implementação de SIG baseado em FOSS numa organização, a saber:

- Implementação de uma solução GFOSS de raiz;
- Migração ou complemento de um sistema baseado numa solução proprietária para GFOSS.

Estas duas abordagens, possíveis para qualquer dos níveis, *desktop* ou infra-estrutura, dependem fundamentalmente da existência ou não de software SIG proprietário na organização. Na primeira, não existindo qualquer sistema, há a intenção clara por parte do executivo da autarquia em introduzir um SIG, sendo o GFOSS uma alternativa.

A segunda abordagem, é suportada na ideia da organização já possuir software SIG proprietário, e pretender migrar parte ou todo o seu SIG para uma estrutura alicerçada em tecnologia FOSS. Esta migração, pode ocorrer devido a razões distintas, entre as quais, a convicção de que com GFOSS é possível construir um sistema à medida das necessidades e objectivos da organização, havendo portanto vontade para a substituição do existente, a pretensão de uma simples redução de custos com aquisição de licenças de software e contratos de manutenção, limitações tecnológicas da solução existente face aos objectivos, ou como complemento à estrutura vigente, ocorrendo neste uma solução híbrida (FOSS e proprietário).

Não obstante as diferenças entre estas duas realidades, a metodologia em ambos os cenários, é bastante similar. As principais diferenças residem na sua duração, velocidade de execução, e na necessidade de confrontar o software a introduzir com o já existente, de modo a garantir a interoperabilidade entre ambos.

Assim, considera-se que o processo de implementação de um SIG de raiz, um processo moroso, mas quando bem planeado, a sua velocidade de implementação é geralmente linear. Por sua vez, o processo de migração varia a sua duração no tempo, dependendo do nível de migração que se deseja atingir. A velocidade de execução pode ser mais lenta do que a implementação total, uma vez que este caso consiste em ir adicionando e substituindo novas componentes, encaixando-as nas já existentes, como se de um *puzzle* se tratasse. Componentes essas que podem consistir na simples alteração ou introdução de software *desktop*, ou em mudanças mais profundas, ao nível da infra-estrutura SIG. No limite, ao fim de algum tempo, este processo poderá conduzir à total migração de toda a estrutura SIG na organização.

Assim, optou-se por criar duas metodologias, uma bastante simples para a introdução apenas de SIG *desktop* (Anexo 2), e outra mais complexa que visa a implementação de uma infra-estrutura SIG numa organização, não obstante de como se observa existirem etapas comuns. A metodologia que a seguir se apresenta, tem como principal objectivo a implementação ou migração de uma infra-estrutura SIG numa autarquia.

6.2 Plano de implementação/Migração da Infra-estrutura SIG

Tomando em consideração o descrito anteriormente apresenta-se na Figura 7 o esquema genérico da metodologia encontrada para a implementação de uma infra-estrutura SIG numa autarquia utilizando FOSS, onde são exibidas todas as fases envolvidas neste processo.

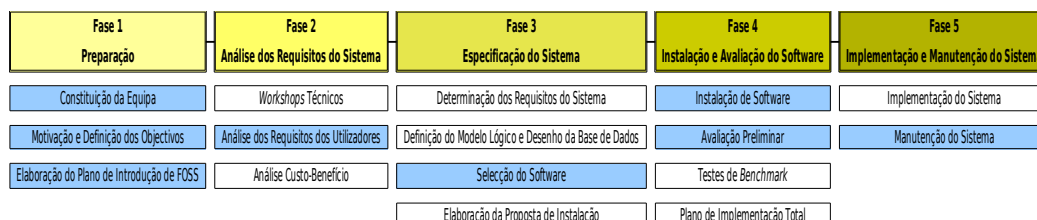


Figura 7: Esquema ilustrativo do Plano de Implementação

Como se pode verificar pela análise à Figura 7 podemos desde já assumir que

a implementação de um SIG *desktop* (representada a azul) é bastante mais curta no que se refere à sua duração, e por isso também menos complexa, logo executada em muito menos fases em oposição com a introdução de uma infra-estrutura SIG de raiz, ou com o processo de migração.

6.2.1 Fase 1 – Preparação

Esta primeira fase da metodologia tem como principal propósito a definição dos objectivos do SIG para a organização, o que se traduzirá num precioso contributo para a elaboração do plano de implementação, a última etapa desta fase.

6.2.1.1 Constituição da Equipa (grupo de trabalho)

A primeira abordagem a ter ara o sucesso da implementação de SIG baseado em FOSS, passa pela constituição da equipa SIG. A constituição desta equipa é uma tarefa que deverá ser levada a efeito de uma forma criteriosa, uma vez que será esta a responsável por levar a efeito todo o processo de implementação do SIG na autarquia.

Desta equipa deverão fazer parte os elementos destacados pela empresa de consultadoria contratada (caso exista), e elementos pertencentes aos quadros do município. Estes elementos devem ter uma formação tão diversificada quanto possível, tentando abranger as principais áreas funcionais da autarquia que de mais perto lidarão com a IG no quotidiano. A presença e envolvimento nesta equipa de elementos responsáveis pela área informática da autarquia é bastante importante, sendo mesmo decisiva para o sucesso da implementação da infra-estrutura SIG. Esta necessidade decorre do impacto que esta implementação terá em toda a estrutura informática da organização.

Se por um lado, a implementação de um SIG ao nível de um departamento é inócua no que ao impacto na estrutura informática diz respeito, uma vez que a instalação de software ocorre apenas nos computadores dos utilizadores, o mesmo não se poderá dizer da implementação de uma infra-estrutura SIG, que se pretende transversal a toda autarquia. Assim, a necessidade de se proceder à instalação de software ao nível de servidor, seja para SGBDR Geográfico, gestão de metadados, ou para disponibilização de IG na Internet, poderá implicar alterações profundas ao *modus operandi* de toda a organização, o que a acontecer e caso não exista o conveniente envolvimento da equipa informática, poderá levar ao aparecimento de clivagens entre as estruturas, SIG e Informática, podendo mesmo comprometer o sucesso do

projecto. Questões como, a definição da política de acessos aos servidores e a às aplicações neles contidas, como por exemplo, SGBDR e servidor de dados Geográficos, podem-se enquadrar dentro das fonte de potenciais conflitos que importa evitar ou minimizar. A desconfiança nas soluções GFOSS, ou o desconhecimento do funcionamento de sistemas operativos baseados em *Linux* e tecnologias associadas, são exemplos que podem originar algum desconforto em alguns técnicos, causado quer pela sensação de aumento do volume de trabalho, pois além das tarefas quotidianas é necessário ainda a investigação sobre o funcionamento de um “novo” SO, quer pelo receio de eventual perda de confiança por parte do executivo por hipotética demonstração de falta de conhecimento de uma tecnologia que não domina, são alguns exemplos de situações que podem ocorrer com a equipa informática. Muitas vezes nestes casos, a existência de um consultor externo pode ser determinante para que a equipa responsável pela informática se sinta confiante e apoiada para realizar estas novas tarefas, eliminando à partida eventuais tensões.

Ainda neste enquadramento, e dada a transversalidade do SIG, o impacto que uma implementação deste nível não só é sentido na estrutura informática mas em toda a organização, pelo que, é desejável sempre que possível, o envolvimento de um elemento do executivo camarário, preferencialmente o seu Presidente, ou de outro que exerça um cargo de responsabilidade dentro da organização, para que o compromisso com o projecto seja o maior possível. Dado o envolvimento de vários interlocutores, de departamentos diferentes, com visões, necessidades, egos e ambições distintas, é fundamental a existência de um elemento com legitimidade e plenos poderes, que garanta que todas estas pessoas se mantenham focadas, cooperantes, evitando eventuais falhas de empenho e colaboração, ao longo de um processo que se prevê longo e difícil.

6.2.1.2 Motivação e Definição dos Objectivos

Como já foi abordado anteriormente, é impossível implementar com sucesso um SIG num Município, sem conhecer claramente a organização, a sua missão e os seus objectivos. Segundo Tomlinson (2003), este conhecimento permite desenhar soluções à medida, directamente relacionadas com estes objectivos, minimizando assim o risco real de se gastar desnecessariamente tempo e outros recursos valiosos, a planear outras completamente desajustadas, quer por defeito, quer por excesso, às verdadeiras necessidades da organização

(Tomlinson, 2003).

Para que seja possível obter uma imagem mais fidedigna destas necessidades, é fundamental conhecer o organograma da organização, encontrar e perceber os fluxos de informação nele contidos. Depois, e por forma a complementar a informação obtida por esta análise, sugere-se que se percorra o ou os departamentos que beneficiarão com o sistema, realizando preferencialmente conversas informais ou pequenas entrevistas com os colaboradores, com a finalidade de obter respostas para algumas questões como:

- Como é que as pessoas que tomam decisões, o fazem?
- O que é que precisam de saber ou conhecer para executar as suas tarefas?
- Quais os dados necessários à execução destas tarefas?
- Existe na organização software CAD ou SIG? Se sim quais e em que unidades orgânicas são utilizados? Em que tarefas se utilizam?
- Existem na organização aplicações, mesmo que alfanuméricas que na sua opinião deveriam estar relacionadas com o SIG?

É recomendável, colocar questões semelhantes a pessoas com diferentes responsabilidades dentro de cada departamento por forma a obter uma ideia mais clara e madura da realidade. Desta forma, tornam-se mais explícitos os fluxos de informação anteriormente identificados, podendo no entanto detectarem-se outros não reflectidos no organograma, assim como a forma como estes interagem e se relacionam.

Para que esta tarefa possa ser desempenhada com o maior rigor e para que desta possa ser extraída a melhor informação possível, existem algumas ferramentas que podem prestar um auxílio precioso na sua execução. Ferramentas como análises *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) podem oferecer um contributo importante nesta etapa, ajudando a desenvolver uma visão realista do papel esperado para o SIG.

De uma forma geral, consegue-se com esta etapa assegurar que o processo de planeamento e o sistema final espelhem o contexto da organização e apoiem os seus objectivos estratégicos. Permite também verificar qual o impacto na estrutura e estratégia da organização provocado pela informação produzida, bem como obter uma visão aproximada de quais os benefícios que a organização poderá tirar com a introdução do SIG.

6.2.1.3 Elaboração do Plano de Introdução de GFOSS

A introdução de uma infra-estrutura GFOSS numa organização não pode nem deve ser feita de forma leviana. Antes de iniciar este processo, é necessário assegurar que a organização compreende a distinção entre planear e implementar e que está preparada para fornecer os recursos necessários para fazer com que o plano se concretize. Uma proposta de plano ajuda a certificar um comprometimento político com este processo (Tomlinson, 2003).

Esta etapa torna-se importante, na medida em que o próprio processo de planeamento da introdução do SIG na organização pode ter custos, quer financeiros, quer temporais, quer em termos de recursos humanos. Os custos financeiros associados a esta fase são comumente denominados por custos de procura e consistem, em custos associados à consultadoria, visitas a organizações modelo, *workshops* técnicos, testes de *benchmark*, etc.. É necessário também perceber que esta etapa pode ser longa, dependendo do tamanho e dos objectivos da organização, e que serão necessários recursos humanos internos para a desenvolver.

Deve assim ser elaborada uma proposta de plano, que funcione também como ferramenta de gestão e controlo do mesmo. Este documento deve reflectir claramente o que é que este processo envolve e quais os recursos necessários à sua execução. É importante que o documento obtenha o compromisso, envolvimento e aprovação do executivo, pois assim, as hipóteses de sucesso da implementação do SIG na organização aumentam significativamente.

Caso seja aceite, está preparado o caminho para a elaboração de um plano de implementação mais profundo, caso contrário terá que ser revisto ou mesmo, no pior dos cenários, abandonado.

6.2.2 Fase 2 – Análise de Requisitos do Sistema

Depois de apresentado e aprovado o plano, inicia-se uma nova fase onde a ênfase é dada na análise dos requisitos pretendidos para o sistema. Esta inicia-se com a realização de *workshops* técnicos, cujo resultado apoiará a definição da análise aos requisitos por parte dos utilizadores. Com o resultado destas duas etapas procede-se então a uma Análise Custo-Benefício, tarefa que encerrará esta fase.

6.2.2.1 *Workshops* Técnicos

Após a fase anterior, é o momento de conhecer e avaliar com mais detalhe os

requisitos e expectativas da organização para a implementação do SIG, bem como despertar os potenciais utilizadores, e se possível o executivo, se ainda não estiverem totalmente conscientes, para as vantagens da sua utilização no desempenho das suas tarefas e para as mais valias ou benefícios que o sistema trará à organização. É também o momento de começar a familiarizar todas estas pessoas com a tecnologia que utilizarão num futuro próximo.

Para realizar esta tarefa, a equipa SIG, constituída na primeira fase, deverá organizar e conduzir *workshops* técnicos, internos, externos ou uma combinação de ambos, e cujo conteúdo poderá abranger entre outros, os seguintes conteúdos:

- Seminários acerca da terminologia SIG;
- Explicação do processo de planeamento definido anteriormente;
- Demonstração de software e aplicações;
- Demonstração de casos de sucesso;
- Participação em encontros de utilizadores, ou conferências da especialidade;
- Discussão entre os potenciais utilizadores, moderada de preferência por um especialista (poderá ser o consultor).

Apesar da estrutura, temáticas e objectivos dos *workshops* poder ser na sua essência bastante semelhante ao apresentado, estes podem assumir diferentes configurações, consoante o nível de conhecimentos dos utilizadores, avaliados em conversas anteriores. Recomenda-se uma vez mais, a presença de elementos quer do executivo, quer da equipa de informática, para que se sintam parte da solução.

Estes *workshops* têm ainda como objectivo a apresentação dos elementos constituintes da equipa SIG, para que lhes possa ser reconhecida competência técnica e autoridade, de forma a minimizar o impacto das mudanças que podem advir da introdução do SIG na organização.

Com os participantes despertos para os benefícios e limitações da utilização dos SIG numa organização, torna-se mais simples a sugestão de necessidades, ferramentas ou aplicações que facilitem o desempenho das suas funções na nova estrutura, enriquecendo-se sobremaneira o trabalho iniciado na primeira etapa da primeira fase, e simultaneamente fornecendo novas pistas para a etapa consequente.

6.2.2.2 Análise dos Requisitos dos Utilizadores

Através dos workshops técnicos realizados anteriormente, o grupo de trabalho fica na posse de uma lista mais pormenorizada e consistente de potenciais produtos de informação necessários à organização, bem como das pessoas que os requisitaram. Esta lista representa o alcance das expectativas que existem na organização, e necessita agora de ser complementada através de entrevistas, questionários, da observação dos processos de trabalho existentes, de uma nova análise *SWOT* e do estudo dos *workflows*.

As entrevistas deverão ser realizadas por pessoas com conhecimentos profundos sobre SIG e sobre as áreas funcionais da responsabilidade do entrevistado. Como é difícil encontrar pessoas com este conjunto de competências, estas poderão ser conduzidas por pelo menos dois elementos, um consultor externo (caso exista) ou o responsável pelo SIG, e um especialista da área funcional (Julião, 2007). Estas devem ser realizadas ao pessoal técnico, bem como às chefias, uma vez que podem fornecer uma visão mais informada do valor de possuírem melhores produtos de informação.

Concluída esta listagem, é necessário agora proceder à sua ordenação por grau de importância, e olhar para cada item com a devida atenção, uma vez que não é possível dar resposta de uma forma imediata a todos os problemas simultaneamente. Para executar esta tarefa poderão ser utilizadas técnicas gráficas que ajudem a clarificar este processo, como esquemas matriciais e diagramas de fluxos de dados.

Os esquemas matriciais embora muito simples, podem ser bastante reveladores, fornecendo informações ao nível das linhas sobre quais os dados utilizados por cada departamento e que se perfilam como principais candidatos a figurar no SIG. Estes patenteiam também numa análise ao nível das colunas da matriz, informação referente a quais os departamentos que estão fortemente dependentes e aqueles que não são grandes utilizadores da informação geográfica (Julião, 2007).

Outra técnica passível de ser utilizada, como já foi referido, são os diagramas de fluxos de dados. Esta caracteriza-se por fornecer uma primeira visão dos fluxos dentro e entre departamentos da organização e por testar a consistência da informação obtida pelas entrevistas. A relação e troca de informação interdepartamental assume uma maior importância quando o

objectivo do SIG a implementar é o de servir toda a estrutura da organização (infra-estrutura SIG).

De acordo com o que foi referido, são construídas especificações daquilo que o SIG deverá produzir quando se tornar numa realidade. No final desta etapa é necessário ter a definição clara de:

- Quais os produtos de informação que são necessários produzir pelo sistema.
- Que dados, e onde se encontram, são necessários para produzir estes produtos.
- Quais as funcionalidades que serão utilizados para essa produção.
- Qual o *hardware* disponível.
- Se existe, qual o software SIG e CAD utilizado na organização.
- Que benefícios podem estes trazer para a organização.
- No caso de estarmos presentes de uma migração, quais os departamentos onde esta vai acontecer. E que softwares terá de substituir.

6.2.2.3 Análise Custo-Benefício

Com os resultados obtidos na fase anterior, é agora possível construir uma Análise Custo-Benefício (CBA). Como se tem verificado, o processo de implementação de um SIG baseado em FOSS numa organização não é um exercício simples, sendo bastante oneroso quer em recursos financeiros, quer humanos (devido principalmente ao tempo despendido por estes). Assim, e para que a escolha do sistema a adoptar seja a mais correcta possível, é muito comum que uma organização leve a cabo uma análise deste tipo para justificar o esforço e os gastos previstos, comparando-os com a alternativa da continuidade dos métodos utilizados anteriormente (Longley et al, 2005).

Esta técnica permite comparar os custos esperados pela implementação do sistema com os benefícios que resultarão dos novos produtos de informação. O resultado, fornecerá uma indicação preciosa da viabilidade financeira do projecto e de quando a organização poderá esperar um retorno económico pelo investimento inicial (Tomlinson, 2003).

A CBA inicia-se, como foi referido, com a determinação dos custos previstos (*hardware*, software, formação, dados e recursos humanos) e dos benefícios esperados (melhoria dos serviços, redução de custos, maior e melhor

utilização dos dados, etc.). De forma equitativa será atribuído um valor monetário a todos os custos e benefícios. A ideia de os indicar em unidades monetárias é importante, pois permite dar aos decisores uma base comparativa, facilitando em teoria o processo de decisão.

No entanto, apesar da utilidade desta técnica é necessário ter em conta as suas limitações. Por exemplo, é difícil atribuir um valor monetário a várias actividades, nomeadamente em organizações públicas. Em relação à estimação do valor dos custos, esta é pouco problemática, uma vez que geralmente a estes está associado um valor unitário directo. Apesar desta facilidade aparente, existem situações em que este processo não é tão linear, uma vez que o software a utilizar é FOSS, sabemos de antemão que na maioria dos casos não haverá qualquer custo com o licenciamento, mas face ao desconhecimento que muitos técnicos têm em relação a estas aplicações, uma vez que o software proprietário continua a dominar o ensino nesta área, ter-se-à de eventualmente prever custos com formação específica nesta matéria. Outra questão a considerar, refere-se aos recursos humanos que trabalharão com o SIG, mas que simultaneamente também poderão executar outras tarefas dentro da organização, tornando-se assim mais difícil a avaliação dos custos com o pessoal afecto ao projecto (Julião, 2007).

No caso de se proceder a uma migração, deve-se considerar que haverá um período temporal onde o novo sistema e o antigo vão coexistir, o que envolverá a duplicação de esforços. Por um lado é necessário manter actualizado sistema antigo, pois a autarquia não para, por outro é preciso introduzir dados e alimentar o novo. Este condicionamento, deverá ser bem avaliado, para que os custos que poderão daí advir (redução de produtividade inerente à duplicação de tarefas), não surpreendam ninguém.

Como se pode verificar, apesar de aparentemente trivial, a tarefa de avaliar custos não é de todo simples, mas mais complexa se torna a avaliação dos benefícios. Como avaliar por exemplo, monetariamente, a satisfação de um trabalhador no cumprimento das suas tarefas utilizando um SIG em oposição ao seu anterior método de trabalho? São alguns dos problemas que a equipa SIG, encarregue de fazer esta análise, terá de considerar para a execução desta tarefa.

A Tabela 5 resume o que foi dito e apresenta alguns exemplos de custos e de benefícios a considerar na introdução de um SIG numa organização.

Categorias	Custos	Benefícios
Económicos (tangíveis)	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware; • Software (embora reduzidos); • Formação; • Novos recursos humanos; • Novos espaços; • Aquisição de dados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de custos (menos pessoal); • Maior produtividade; • Aumento da receita; • Novos produtos ou serviços.
Institucionais (intangíveis)	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações nas relações interpessoais; • Despedimento de pessoal com competências inferiores, parcialmente substituídos por um número menor de pessoas mais qualificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria das relações com os clientes; • Melhores decisões; • Pessoas mais moralizadas; • Melhoria dos fluxos de informação; • Sistema adaptado às necessidades da organização.

Tabela 5: Exemplos de Custos e Benefícios a ter em consideração no processo de implementação de um SIG.

No final desta fase, os decisores, ao avaliar os resultados da CBA, podem decidir pela continuidade ou não do projecto.

6.2.3 Fase 3 – Especificação do Sistema

Assumindo que no final da fase anterior, após a CBA, o executivo da organização decidiu pela continuidade do projecto de implementação de GFOSS, passa-se então a uma nova fase, denominada por Especificação do Sistema. Esta terceira fase compreende o desenvolvimento de uma especificação formal do sistema que ajudará na definição do restante processo de implementação. Primeiro determinam-se os requisitos do sistema, seguindo-se a definição do modelo lógico e o desenho da base de dados. Com estas definições está-se habilitado a seleccionar o conjunto de softwares que melhor se adaptam às necessidades identificadas. Esta fase termina com a elaboração de uma proposta de instalação.

6.2.3.1 Determinação dos Requisitos do Sistema

Nesta etapa de extrema importância, são diagnosticados os requisitos do sistema. Realiza-se um desenho conceptual tecnológico, onde é identificado o *hardware*, software e outros requisitos como as comunicações (redes) que suportem as definições acima referidas. É importante ter presente a existência de sistemas distribuídos baseados em produtos para a Intra e Internet, que cada vez mais assumem maior importância num organismo público, como é o

caso de uma autarquia.

A primeira tarefa a ser executada, consiste na inventariação e classificação das funcionalidades identificadas anteriormente pelos utilizadores. Ao realizar este trabalho, a equipa SIG vai perceber como estas serão utilizadas no sistema a implementar (Tomlinson, 2003). Este procedimento será bastante útil na escolha do software, tarefa de extrema importância, uma vez que pode evitar potenciais erros de opção. Assim, uma boa prática será desenhar um esquema matricial que reflecta a análise acima descrita. Este esquema terá ao nível das suas linhas a identificação do software, e nas colunas as funcionalidades fundamentais que este terá de cumprir. Estas, podem ser de edição, análise espacial, desempenho, consulta, ligação a bases de dados, mobilidade e de interoperabilidade (acesso a diferentes formatos de dados).

A tarefa seguinte consiste em determinar a localização do ou dos Sistemas de Gestão de Bases de Dados Relacionais (SGBDR) Geográficos, dependendo do tamanho da organização, e de como serão efectuadas as comunicações com este. É importante que as bases de dados existentes na organização sejam conectadas com o SIG, de forma a centralizar toda a informação. Uma vez mais reforça-se a importância da capacidade de interoperabilidade entre os diferentes formatos de dados, pois, caso estes sejam diferentes, será necessário proceder à sua conversão, tarefa extremamente morosa, pelo que se recomenda vivamente a utilização de *standards* abertos por forma a garantir isso mesmo.

A configuração da rede informática é também um requisito a considerar por esta altura. Geralmente as organizações possuem um servidor centralizado que guarda e gere os dados, a que os vários departamentos, serviços e divisões têm acesso. A maior parte dos colaboradores acedem aos dados a partir do seu computador, localizado no seu posto de trabalho. O SIG deve utilizar a rede de comunicações existente para que também os seus utilizadores possam aceder aos seus dados. Caso a rede interna existente não possua os requisitos técnicos entendidos suficientes, como velocidade de comunicações ou capacidade de tráfego, poderá ser necessário proceder à sua actualização, ou adoptar um novo modelo de rede que responda positivamente às especificações do sistema definidas anteriormente.

Ainda neste contexto, uma ferramenta cada vez mais indispensável numa autarquia nos dias de hoje, é um servidor de IG, que permita a disponibilização de dados espaciais através da Internet, uma vez que entre

outras potencialidades, permite aproximar o munícipe do centro de decisão. Torna-se assim necessário verificar se as capacidades da rede para o exterior tem as características técnicas aceitáveis, como por exemplo largura de banda robusta, para que as conexões através da Internet se procedam de forma célere em função do volume de dados a disponibilizar, por forma a não causar no utilizador um sentimento de insatisfação pelo serviço prestado. Assim, esta é uma excelente oportunidade para se iniciar o esboço de eventuais aplicações de Intra e Internet a desenvolver no futuro. Esta definição será uma fonte preciosa de informação para a selecção de software, como é o caso das *frameworks* que melhor se adaptarão ao esboço entretanto traçado.

Por fim, deverão ser estabelecidas as necessidades de *hardware*. Deve ser feito um levantamento do que existe na organização e a partir daí definir todo o material necessário, não esquecendo, no caso do *hardware*, características como a velocidade de processamento, a capacidade dos dispositivos de armazenamento e memórias, placas gráficas etc., sempre tendo em conta os requisitos pré-estabelecidos. Note-se que, como já foi referido, uma das vantagens do FOSS é a sua menor necessidade de recursos de *hardware* para o seu funcionamento, em comparação com o software proprietário, pelo que será possível economizar alguns custos. No entanto, é no compromisso entre soluções que garantam o bom funcionamento no presente, não deixando hipotecar o futuro a médio prazo, que residirá a melhor solução.

6.2.3.2 Definição do Modelo Lógico e Desenho da Base de Dados

A partir do estudo das necessidades dos utilizadores, efectuado anteriormente, a equipa SIG tem a clara noção dos produtos esperados, dos dados necessários, da sua localização, e dos processos que serão levados a cabo com o sistema (Julião, 2007). Com esta informação, é o momento de definir o modelo lógico para posterior desenho e implementação da base de dados. Esta tarefa assume especial relevo na implementação de uma infra-estrutura SIG.

Neste enquadramento, a mudança de um novo sistema de referência, como é o caso da recente adopção do sistema Europeu ETRS 89 (*European Terrestrial Reference System*) por Portugal, poderá ser uma excelente oportunidade para a revisão de modelos de dados existentes eventualmente inadequados nas organizações, incentivando à migração do sistema existente para GFOSS.

Também a directiva INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*) da União Europeia, que tem por missão criar um conjunto de regras comuns, que garantam a compatibilidade, interoperabilidade entre a IG, normas para metadados, partilha de dados e de serviços entre todos os estados membros, surge como uma óptima possibilidade para a revisão e adequação dos modelos de dados existentes a esta norma, e paralelamente para a adopção de tecnologia FOSS, que como se verificou previamente assenta sobre *standards* abertos, o que constitui uma característica de inegável valor para o sucesso da implementação desta directiva (INSPIRE, 2010).

Por esta altura, já deverá existir um conhecimento profundo dos dados existentes e dos que eventualmente serão necessários adquirir, fundamental para a definição do modelo lógico e para o desenho da base de dados. Características como, o formato, a escala, a resolução, o sistema de projecção e as tolerâncias de erro são indispensáveis para o correcto desenrolar desta etapa. É imperativo analisar os formatos em que os dados se encontram, uma vez que o tempo que se poderá despendar na sua conversão poderá ser bastante significativo. Uma vez mais, recomenda-se a utilização de formatos *standard*, quer para os dados existentes, quer para aqueles a adquirir, para assim se garantir a total interoperabilidade no sistema. Quando se aborda a interoperabilidade entre dados, além da interligação entre vários formatos que existem nos vários departamentos da organização, é extremamente importante também pensar na colaboração e permuta de informação com entidades externas, sejam elas associações de municípios, outras entidades públicas ou privadas, ou até mesmo o cidadão. Assim, recomenda-se a instituição na organização de um manual de boas práticas, onde constará a política seguida para a adopção de *standards*. Neste contexto, devido ao grande volume e diversidade de dados com que a organização trabalha diariamente, associados aos mais variados interlocutores quer interna quer externamente, assume grande importância a existência de um software em ambiente servidor que permita a criação e gestão de um catálogo de metadados, para que se garanta a qualidade e fiabilidade da IG aos seus utilizadores.

É importante também possuir um entendimento claro sobre eventuais ligações necessárias entre os vários elementos, assim como perceber as limitações dos dados, bem como a sua proveniência. Assim, o estudo das

aplicações de gestão, geralmente alfanuméricas, que a autarquia possui, reveste-se ainda de maior importância quando associada à componente geográfica. Aplicações de gestão urbanística, publicidade, gestão de cemitérios, feiras ou mercados, património, entre outras são alguns exemplos.

Assim, uma das primeiras tarefas desta etapa consiste então em descrever a estrutura dos dados, utilizando para isso um ou mais modelos lógicos: relacional, orientado a objectos ou outro, cada um deles com as suas vantagens e desvantagens. O factor fundamental a ter em conta, é que o modelo lógico deverá descrever, com a maior aproximação possível, uma versão complexa do mundo real na base de dados a implementar.

Outro factor importante que deverá ser introduzido nesta altura, consiste na definição da política de permissões e acessos à base de dados. Assim, é necessário ter bem claro quem serão os seus administradores, quais os perfis de utilizadores e de grupos, ou seja quem terá permissões de leitura, escrita, ou ambas e a que dados.

Para concluir, note-se que é na definição e desenho do modelo de dados, que geralmente se consome mais tempo num projecto SIG, sendo habitual referir-se a cerca de 80% do seu custo total (Julião, 2007), comprovando assim, a extrema importância deste procedimento para o sucesso do sistema. Este custo dependerá sempre da aproximação que se pretende ao mundo real, ou seja, o nível de detalhe desejado.

6.2.3.3 Selecção do Software

Como foi já referido, existem dezenas de aplicações GFOSS, prontas a ser utilizadas, cada uma com um conjunto de funcionalidades mais ou menos interessante de acordo com as necessidades da sua utilização. Assim, é muito importante a selecção do software ou conjunto de softwares a utilizar, por forma a garantir os requisitos definidos pelos utilizadores e consequentemente os objectivos inicialmente traçados para o sistema. No entanto, apesar da sua importância, não é boa política seleccionar FOSS apenas pelo conjunto de funcionalidades que este oferece, mesmo sendo estas as mais interessantes para o cumprimento dos objectivos traçados. Além da identificação das funcionalidades necessárias, existem outros critérios e condicionantes a ter em consideração para que esta selecção seja efectuada com sucesso, que se apresentam na Tabela 6.

Critério	Critério (continuação)
1. Funcionalidades;	7. Usabilidade;
2. Documentação;	8. Bibliotecas utilizadas;
3. Vitalidade do Projecto	9. Suporte de Standards OGC;
4. Modularidade do Software;	10. Comunidade de programadores;
5. Comunidade de utilizadores;	11. Tipo de licença;
6. Suporte técnico;	12. Sistemas operativos suportados;
	13. Língua.

Tabela 6: Critérios a ter em consideração para a selecção de GFOSS (Adaptado: Steinger et al, 2008)

De referir apenas que estes critérios são os utilizados quer para selecção de aplicações *desktop* e servidor.

Assim, tendo presente estes indicadores, elabora-se uma lista de softwares candidatos, ou seja, aqueles que mais critérios cumprem, de onde sairá no final o ou os softwares eleitos para o melhor cumprimento dos objectivos.

6.2.3.4 Elaboração de Proposta de Instalação

Nesta etapa do processo, a equipa SIG já determinou completamente os requisitos de dados e tecnologia, estando habilitada a colocá-los num plano de implementação. Este espelha o trabalho até aqui realizado e marca a transição entre o desenho do sistema e o início da sua implementação (Tomlinson, 2003).

Este documento deverá conter um sumário das descobertas e recomendações, que servirá fundamentalmente para informar e cativar os decisores (executivo camarário), pessoas que geralmente não dispõem de muito tempo, nem possuem grandes conhecimentos em SIG, e que por estes motivos só costumam prestar atenção a um curto resumo. Ao alertar os decisores para o que se vai passar, este documento tem também como função que estes reforcem o espírito de colaboração de todos os funcionários da autarquia, por forma a que não exista a criação de entropia à instalação do software, que se realiza na fase seguinte.

Do documento fará parte uma breve introdução, seguindo-se o desenvolvimento que deverá conter referências às características dos dados, ao modelo lógico dos dados definido, aos requisitos do sistema, comunicações, hardware, etc., terminando o documento com uma secção de recomendações. Também constará deste documento a identificação das unidades orgânicas onde se procederá à instalação dos diferentes softwares, e

consequentemente ao seu teste e avaliação. Se se tratar de uma implementação de raiz, recomenda-se que a instalação do software *desktop* ocorra no departamento onde se encontra o núcleo SIG. No caso de se tratar de uma migração a instalação deverá ocorrer na estrutura onde foi identificada a necessidade dessa migração.

Gráficos de *Gantt* e de *Pert* são ferramentas essenciais na execução desta proposta, uma vez que permitem um acompanhamento da evolução da execução das tarefas.

6.2.4 Fase 4 – Instalação e Avaliação do Software

Após a especificação do sistema, e a consequente análise da proposta de instalação, a equipa responsável pela implementação do SIG está preparada para a instalação e avaliação do software candidato identificado previamente. Esta é uma fase importante, pois poderão surgir algumas dificuldades na instalação do software nomeadamente em ambiente servidor.

No final elaborará um plano de implementação total do sistema em toda a organização, que decorrerá na derradeira fase.

6.2.4.1 Instalação de Software (em contexto real)

Com a identificação, na fase anterior, do software candidato à instalação e a apresentação do plano de instalação ao executivo, é o momento de proceder à instalação deste em contexto de trabalho. Na maior parte das vezes, são vários os que cumprem com grande parte dos critérios anteriormente enumerados, recomendado-se assim a instalação de mais do que um, uma vez que este procedimento ocorre em contexto real, aproveitando a oportunidade para avaliar não só o desempenho de cada software, mas também a adaptação de cada utilizador a cada um deles. Neste cenário, é muito comum quando se utiliza FOSS que um único software não possua todas as funcionalidades desejadas, pelo que a adopção de um conjunto de softwares que garantam essa intenção é claramente uma opção a considerar.

É também importante que exista o cuidado de se instalar sempre a última versão estável de cada software, pois esta está consolidada e preparada para ambientes de produção, evitando assim experimentalismos desnecessários com versões *beta* ou *release candidates*, que apesar de poderem eventualmente na sua descrição apresentar novas funcionalidades interessantes, exibem muitas vezes um comportamento propenso a erros de

funcionamento que podem danos irreparáveis. Com um pouco de paciência, brevemente as versões *beta* estabilizarão, contendo a nova versão todas as funcionalidades pretendidas, sem riscos para o bom funcionamento do sistema. Ainda em relação a versões de software, é importante que a versão instalada seja a mesma em todas as máquinas.

Como já foi referido, deve-se iniciar a instalação de software pela componente *desktop*, por ser aquela que menos impacto terá no funcionamento da organização. Apenas quando este estiver instalado e relativamente consolidado em contexto de trabalho, se deverá iniciar a instalação da infraestrutura.

Em ambiente servidor, a instalação de software encerra geralmente maiores dificuldades. Por um lado, a complexidade é bem maior, uma vez que o impacto que esta introdução terá na estrutura será significativo. Questões como a segurança, as portas de comunicação, a implementação da política de acessos ao SGBDR e servidor *Web*, a integração com os servidores existentes, entre outras definições, contribuem em muito para o aumento desta complexidade. Se a isto adicionarmos, em alguns casos, a existência de pouca documentação de apoio à instalação e configuração do software, e o desconhecimento dos técnicos nestes domínios, pode originar a entrada num estado onde as dificuldades aumentam derivadas ao impasse criado com o insucesso de instalações sucessivas, o que pode provocar o atraso de todo processo, ou eventualmente em último caso o seu abandono. Assim, esta tarefa deve ser bem estudada e planeada, e dada a responsabilidade que este procedimento envolve, pois pode, quando mal executado, causar danos graves, podendo eventualmente no limite resultar na perda irremediável de dados, recomenda-se a não instalação de software em máquinas correntemente utilizadas em produção, sugerindo-se nesta fase a utilização de máquinas virtuais ou de um computador que não seja utilizado, mesmo que seja uma máquina antiga e com menores recursos.

Para otimizar este trabalho, sugere-se ainda que todo o processo seja devidamente documentado, para que não subsistam dúvidas em relação a procedimentos, opções e configurações, quer para quando se realizar a instalação definitiva, quer para a eventualidade de no futuro se ter de repetir o procedimento por uma qualquer razão.

6.2.4.2 Avaliação Preliminar

Após o software devidamente instalado e a funcionar em contexto de trabalho, é o momento de avaliar se a selecção efectuada é realmente a mais adequada aos objectivos propostos.

Assim, e com o intuito de organizar e sistematizar este processo, é organizada uma lista para auxiliar o processo de avaliação dos softwares. Esta lista terá então um sistema ponderado de pontuação criado para o efeito. Uma boa prática, consiste nesta pontuação ser levada a cabo por várias pessoas da equipa SIG e restantes colaboradores da unidade orgânica onde o software está a ser testado. Os resultados são então comparados, permitindo eventualmente esta avaliação, a eliminação de softwares que por uma ou outra razão não cumpram com alguns requisitos tidos como essenciais.

O principal objectivo desta avaliação é fazer uma primeira triagem dos softwares, o que fornecerá dados bastante úteis para a construção de eventuais testes adicionais a realizar nas etapas seguintes, e também eliminará soluções que não cumpram de todo os requisitos definidos.

É também por esta altura, caso estas existam, que se testam as ligações entre os clientes *desktop* e a infra-estrutura SIG que está a ser paralelamente configurada. Acessos às bases de dados geográfica e alfanumérica da organização, aos servidores que disponibilizam IG, via Intra e Internet, assim como eventuais ligações entre a infra-estrutura e clientes *CAD* são neste passo testadas para que se garanta que o sistema responde aos requisitos previamente identificados.

No caso de se ter optado também pelo desenvolvimento de aplicações para a Intra e Internet, este pode ser também o momento para realizar os primeiros testes ao software de desenvolvimento e *frameworks* previamente identificados.

6.2.4.3 Testes de *Benchmark*

No seguimento da etapa anterior, e caso ainda subsistam dúvidas sobre qual o software ou conjunto de softwares que melhor se adapta às necessidades da organização, de acordo com os seus requisitos, existem algumas técnicas que podem auxiliar nesta tarefa, como é o caso dos testes de *Benchmark*.

Um teste de *Benchmark* não é mais do que uma avaliação comparativa de diferentes sistemas num ambiente controlado. Este é utilizado para

estabelecer quais os sistemas que suportam uma determinada carga de trabalho da forma mais rápida e eficiente. Este tipo de testes não é uma demonstração das capacidades do sistema. Os seus objectivos são descobrir como é que cada software sob teste executa as tarefas e determinar a performance de cada um relativamente a cada tarefa. Assim, um teste de *Benchmark* deverá ser desenhado para verificar se o sistema tem a capacidade de executar todas as funções necessárias para os produtos oportunamente especificados.

Uma nota importante é que em caso de sucesso destes testes, a experiência adquirida durante os mesmos permite que posteriormente o SIG avance mais rápida e eficazmente. Caso algum software não corresponda de todo aos utilizadores, o indicador fornecido é novamente positivo uma vez que a existir a sua rejeição, é preferível que ocorra neste período do que numa fase mais avançada do projecto.

No entanto, não são só vantagens que uma avaliação deste tipo apresenta, decorrendo desta também algumas desvantagens, a saber: o elevado custo que acarretam para as organizações, uma vez que os utilizadores perdem geralmente muito do seu tempo de trabalho a realizar as mesmas tarefas em softwares diferentes, o que se pode tornar contraproducente; as pressões exercidas para terminar no mais curto espaço de tempo estes testes, poderão camuflar a avaliação da forma como o SIG se integra na organização, evidenciando apenas a parte técnica do sistema.

6.2.4.4 Plano de Implementação Total

Chegada a esta etapa, está agora definitivamente preparado o “terreno” para o desenvolvimento de uma estratégia de implementação do sistema definitivo. Este é o último passo, antes da derradeira fase do projecto.

Um plano de implementação totalmente estruturado é um instrumento essencial para o sucesso da instalação do sistema de forma definitiva. O plano será iniciado com a identificação clara e objectiva das prioridades, a definição de um calendário de implementação, assim como a elaboração de um orçamento dos recursos disponíveis e de um plano de gestão.

Uma vez que a implementação de um SIG transversal a toda a organização envolve diferentes intervenientes de unidades orgânicas distintas, é necessário que antes de iniciar este processo considerar como organizar e gerir as relações entre o núcleo SIG e os restantes técnicos com quem irão

trabalhar, para que se evitem futuros constrangimentos.

6.2.5 Fase 5 – Implementação e Manutenção do Sistema

Na derradeira fase desta metodologia coloca-se em prática a implementação de todo o sistema de acordo com o documento previamente elaborado. Após o pleno funcionamento deste, e para que este não fique rapidamente obsoleto e inútil é necessário traçar um plano de actualização tendo em conta algumas condicionantes.

6.2.5.1 Implementação do Sistema

É a etapa final de um processo bastante duro e moroso, mas que ainda se poderá vir a estender por alguns meses. Actividades como a formação dos utilizadores, implementação propriamente dita, migração total do sistema, consolidação do modelo de dados, aquisição e transformação dos dados, manutenção e monitorização do comportamento do sistema são agora executadas. De referir que a formação dos utilizadores não se deve restringir apenas à fase de implementação, mas de forma contínua, através de um plano a longo prazo.

Esta é a ocasião para instalar de forma definitiva o software anteriormente testado, replicar esta instalação para outros departamentos e no caso da infra-estrutura, passar da máquina virtual para um servidor de produção.

Uma vez iniciado anteriormente o desenvolvimento de pequenos protótipos de aplicações *Web SIG*, e definida a estrutura tecnológica final, esta é a altura para que se dê a devida continuidade a esse trabalho, consolidando-o com o aparecimento de soluções definitivas. Aplicações como a consulta de PMOT (Planos Municipais de Ordenamento do Território), a impressão de plantas de localização, ou a pesquisa de mapas, podem ser alguns dos exemplos a desenvolver.

Apesar das etapas de avaliação anteriores por que passou o software, é importante monitorizar e avaliar o comportamento da sua versão definitiva, para que se corrija atempadamente qualquer falha que eventualmente ocorra.

Uma vez o sistema em pleno funcionamento, poderá ser apropriado fazer alguma publicidade às qualidades e benefícios trazidas por este de forma a sensibilizar quer os munícipes, quer os decisores mostrando-lhes que fizeram a escolha certa (Longley et al, 2005).

6.2.5.2 Manutenção do Sistema

Após a instalação do sistema e a comprovação do seu pleno funcionamento, o desafio futuro assenta na sua manutenção e actualização. Todos os sistemas possuem um elemento de risco inerente no que toca à mudança, sendo os sistemas informáticos particularmente sensíveis, sensibilidade essa que é facilmente demonstrada na necessidade de verificar possíveis impactos negativos no sistema quando se actualiza um simples componente deste (Sherman, 2008).

A gestão de actualizações traduz-se na manutenção do software na sua versão mais actualizada, garantindo a segurança do mesmo, mantendo-o estável para que seja possível retirar o máximo partido das suas capacidades. Apresentam-se em seguida as três principais razões para actualizar software, segundo Sherman (Sherman, 2008):

- É lançada uma nova versão que contém funcionalidades que são necessárias, ou mesmo indispensáveis para o trabalho que se quer desenvolver;
- Vulnerabilidades na versão actual;
- Um componente de “alto nível” (como o sistema operativo) requer uma actualização para que as ferramentas em utilização não se tornem incompatíveis.

Analisando estas razões verifica-se que as primeiras duas são na maioria das vezes uma questão de escolha, dependendo se a actualização é ao nível apenas do *desktop*, ou servidor, onde nesta última opção geralmente a informática poderá ter acção importante. A terceira razão, insere-se completamente neste último caso apresentado, onde o departamento que gere as TI na organização tem na grande maioria das vezes, uma importante palavra a dizer neste domínio, levando a que exista, como já foi referido, grande coordenação e colaboração entre o gestor SIG e o responsável pela informática.

Apresenta-se abaixo uma lista de sugestões para uma melhor gestão das actualizações de FOSS:

- Proceder com cautela, ou seja, é necessário ter a certeza que se tem a noção exacta das repercussões que a actualização terá no sistema;
- Identificar as alterações na última versão da aplicação ou aplicações que possam requerer algum trabalho extra;

- Identificar alterações que retirem funcionalidades chave para o trabalho que se desenvolve;
- Identificar dependências, ou seja outros pacotes de software que poderão deixar de funcionar ou que necessitem ser actualizadas como parte do processo;
- Se possível testar as actualizações numa máquina de testes ou numa máquina virtual;
- Não actualizar logo após a disponibilização de uma nova versão. A monitorização das listas de correio electrónico e dos fóruns de discussão pode ajudar a identificar potenciais problemas que outros poderão já ter vivenciado e muitas vezes até resolvido.

Para que o sistema se mantenha a funcionar em perfeitas condições, é muitas vezes necessário recorrer a ajuda de suporte técnico para que sejam esclarecidas eventuais dúvidas e debeladas dificuldades de utilização e configuração do software. Tendo o FOSS um sistema de suporte único, raramente quando se utilizam aplicações proprietárias, é possível comunicar com os responsáveis pelo seu desenvolvimento, o que com FOSS é perfeitamente possível, muitas vezes até em tempo real. Alguns dos canais de suporte à disposição do utilizador são os seguintes:

- Listas de correio electrónico;
- Fóruns;
- IRC (Serviços em tempo real que permitem que o utilizador mantenha conversas (*chat*) com pessoas em todo o mundo);
- Wikis;
- Motores de busca;
- Sítios de Internet.

Quando se utilizam as listas de correio electrónico para apoio técnico, é conveniente que se pesquise nos arquivos o assunto em análise antes de se colocar as questões, uma vez que frequentemente a resposta já foi dada anteriormente estando já disponível para consulta. Em adição aos arquivos mantidos pelas listas, existem dois serviços independentes que podem e devem ser consultados: o *Nabble*²⁵ e o *Gmane*²⁶. Caso os arquivos não forneçam a resposta pretendida, deve-se escrever um *e-mail* para a lista,

²⁵ <http://www.nabble.com>

²⁶ <http://gmane.org>

tendo o cuidado de expor toda a informação possível (versão de software, qual o SO e sua versão) para que o grupo possa responder da forma mais precisa.

Muitos utilizadores preferem fóruns de suporte, sendo que a maioria dos projectos GFOSS possuem um, acessível a partir do seu sítio de Internet, e que se torna num excelente recurso de informação, com uma boa capacidade de pesquisa.

Outro método possível para se obter ajuda, é a ajuda comercial prestada por empresas no seu sítio de Internet, ou por outras que se especializam nos serviços de consultoria e apoio técnico. Apesar de existirem ainda poucas em Portugal, a tendência clara é para que com o aumento na utilização de GFOSS, possam surgir mais empresas especializadas neste tipo de serviços.

Em suma, apesar da discussão entre os grupos do software proprietário e do FOSS persistir, no que toca ao suporte técnico, a maioria dos utilizadores que recorreram aos mais diversos tipos de suporte apresentados acima, revelaram-se satisfeitos com a sua experiência, permitindo concluir que quando é necessário apoio, a maioria das respostas encontram-se disponíveis em tempo útil.

6.3 Conclusões

A introdução de um SIG baseado em tecnologia FOSS numa organização com as especificidades de uma autarquia, encerra dificuldades, pelo que uma boa preparação é um passo importante para o sucesso.

Como foi referido, existem basicamente dois níveis de introdução de um SIG numa autarquia, ao nível da sua infra-estrutura, ou departamental, com impactos em toda a estrutura bastante distintos. Não obstante estas diferenças, estes dois níveis podem conviver facilmente, uma vez que a implementação de uma infra-estrutura não dispensa na grande maioria dos casos a utilização de software *desktop*. Em sentido inverso, a implementação de um SIG *desktop*, pode após algum tempo derivar numa infra-estrutura.

A metodologia apresentada pode ser adaptada com alguma facilidade aos diferentes objectivos das organizações, bastando para isso suprimir algumas fases ou etapas tidos como desnecessários em determinada situação. Apesar de o recurso aos serviços de um consultor para liderar esta tarefa, ser recomendável, é perfeitamente possível fazê-lo apenas com os técnicos da autarquia.

7 CASO DE ESTUDO

O caso de estudo que aqui se apresenta, decorreu na Câmara Municipal de Águeda, e surgiu a partir do processo de migração do SIG baseado em software proprietário para FOSS, que culminou com a implementação de algumas aplicações *web* SIG. Além do necessário envolvimento e compromisso do executivo, para a execução do projecto formou-se uma equipa de trabalho, constituída por três colaboradores do município, e dois elementos externos.

7.1 Enquadramento

Em 2008 o SIG da Câmara Municipal de Águeda encontrava-se algo estagnado, tanto no que respeita à tecnologia, como aos serviços disponibilizados aos seus munícipes. A estrutura tecnológica era a mesma de 2005 aquando da implementação do projecto SIGRia (Capítulo 3).

Ao longo do tempo, o sistema foi revelando algumas insuficiências que motivaram uma reflexão profunda. Desta, surgiram algumas ideias chave:

- Insuficiência da tecnologia existente em relação aos objectivos da autarquia e à tendência de crescimento do SIG;
- Valores inoportáveis para aquisição de novo software e contratos de manutenção, uma vez que qualquer posto adicional, mesmo para um tarefeiro ou estagiário, carece de licenças adicionais;
- Desconforto causado pela reduzida diversidade de fornecedores, que inviabiliza qualquer capacidade negocial.

Estes foram os motivos principais que levaram a autarquia a repensar o seu SIG, adoptando FOSS. Assim, foi tomada a decisão de iniciar o processo de migração.

7.2 Implementação

O processo de implementação de uma solução que fosse ao encontro das ideias enunciados anteriormente é agora descrito. Numa primeira fase foram analisadas algumas das necessidades da organização com o objectivo de melhor adequar a estrutura tecnológica a adoptar. Após esta análise seguiu-se a selecção e implementação desta estrutura. Primeiro em ambiente *desktop*, mais tarde ao nível da infra-estrutura SIG. No final, foram desenvolvidas algumas aplicações *Web SIG* tendo como base a estrutura recém-criada.

7.2.1 Avaliação da organização

Através da análise ao organograma (Anexo 1), e ao levantamento efectuado, foi possível perceber o que existia quer ao nível de IG, quer de software, perspectivando assim as necessidades futuras da autarquia. Foi também possível entender o perfil de cada potencial utilizador. Esta análise foi necessária para se projectar os níveis de acesso à base de dados, ou mesmo na selecção de software SIG *desktop* que mais se aproxima da suas necessidades. Este levantamento foi colocado sob a forma de uma tabela (Tabela 7).

Estrutura Orgânica		IG			Perfil Utilizador			SIG	
Designação	Tipo	A ⁺	R ⁺⁺	V ⁺⁺⁺	Utilizador	Editor	Gestor	Hardware	Software
Protecção Civil	Gab.	X	X	X	X	X	-	X	X
Acção Social	Div.	*X	-	-	-	-	-	-	-
Apoio Juntas Freguesia	Gab.	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultura, Desporto e Turismo	Div.	X	X	X	X	-	-	X	X*
Qualidade, Segurança e H. no Trabalho	Gab.	-	-	-	-	-	-	-	-
TI - Informática	Serv.	-	-	-	-	-	-	-	-
TI - SIG	Serv.	X	X	X	X	X	X	X	X
Organização, Planeamento, Mod. Admin.	Gab.	X	X	X	X	-	-	X	X*
Estratégia e Planeamento	Div.	X	X	X	X	X	-	X	X
Património	Div.	X	X	-	X	-	-	-	-
Infra-estruturas	Div.	X	X	X	X			X	X*
Ambiente	Div.	X	X	X	X	X	X	X	X*
Serviços Gerais	Div.	-	-	-	-	-	-	-	-
Concepção, Execução	Div.	X	X	X	X	X	-	X	X**

continua na página seguinte...

- + Formato Analógico.
- ++ Formato *Raster*.
- +++ Formato Vectorial.
- ‡ Informação alfanumérica.
- * Apenas via *Web*.
- ** Software CAD.

...continuação da página anterior

Planeamento, Gestão Urb.	Div.	X	-	X	X	X	-	X	X***
Fiscalização	Serv.	X	-	X	X	X	-	X	-
Atendimento	Serv.	-	X	X	X	-	-	X	X***

Tabela 7: Análise de requisitos C.M. Águeda

7.2.2 Software Desktop

Como foi referido anteriormente, a estratégia passou numa primeira instância por introduzir apenas software SIG *desktop*, que respondesse a várias necessidades previamente identificadas pela análise da Tabela 7. Assim, procurou-se encontrar *programas* SIG *desktop* que pudessem substituir num futuro próximo as soluções proprietárias existentes no gabinete de SIG, e fossem adoptados para a criação de novos postos de trabalho na organização. Esta tarefa ficou ao encargo do gabinete SIG, que tinha por missão implementar e avaliar a solução encontrada.

O primeiro trabalho, consistiu em identificar as principais tarefas realizadas no quotidiano pelo gabinete SIG, às quais as soluções GFOSS deveriam corresponder. Assim, foi efectuado, a dois tempos, um levantamento bastante exaustivo. Primeiro, através da Internet pesquisando soluções que pudessem corresponder aos objectivos traçados. Seguidamente, e no caso de persistirem dúvidas relativas à capacidade de determinado software realizar algumas destas tarefas, estas foram anotadas e deixou-se para a fase de instalação e testes a dissipação das mesmas. De referir que, para além da adequabilidade às funcionalidades propostas, a pesquisa de software na Internet obedeceu aos seguintes critérios:

- Utilizadores em Portugal;
- Vitalidade do projecto;
- Dinamismo da sua *newsletter*.

Assim, foi construída uma matriz, onde constam 7 programas (ANEXO 2) que preenchem a maioria dos critérios acima referidos, a qual se foi completando ao longo do tempo com o desenrolar das tarefas subsequentes. Esta será apresentada mais tarde, já na sua forma final.

Um dos aspectos que levou à migração do software por parte da autarquia, foi a limitação de apenas uma licença entre as 6 disponíveis de clientes SIG

*** Aplicação própria.

desktop escrever dados num SGBDR transversal à organização. Assim, a solução teria de passar por uma das seguintes hipóteses. Ou se mantinha o SGBDR existente e o software a adoptar teria forçosamente de ter capacidade de escrita, ou teria de se substituir o SGBDR Geográfico existente por outro sistema que apresentasse essa garantia. A Tabela 8 apresenta o resultado do estudo efectuado, que associa o software SIG *desktop* identificado anteriormente, com a sua capacidade de leitura (L) e escrita (E) em SGBDR geográficas.

Acesso a Bases de Dados	GvSIG		Kosmo		uDig		OpenJump		QGIS		SAGA		GRASS	
	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E
MySQL	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
PostGIS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X
Oracle	X	X	X	X	X	X	X ⁺	-	-	-	-	-	X	-
ArcSDE	X	-	-*	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
MDB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SQLite	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-

Tabela 8: Capacidades de acesso a SGBDR por parte de GFOSS desktop.

Após análise à Tabela 8, é possível verificar que apenas o uDig, possui capacidades de edição em *ArcSDE*, SGBDR em utilização na autarquia, ainda que algo limitadas. Ao mesmo tempo, é possível identificar o *PostGIS*, como um software de referência neste domínio uma vez que a maioria dos clientes *desktop* tem acesso de leitura e escrita aos dados nele contidos. Com esta análise ficou praticamente demonstrada a necessidade de mais tarde se migrar também o SGBDR por forma a garantir os objectivos anteriormente enunciados.

Uma vez que, para além dos acessos internos aos dados contidos nos SGBDR Geográficos, é também necessário garantir o acesso a informação noutros formatos, proveniente quer do exterior, quer de outras unidades orgânicas da organização, efectuou-se um levantamento que relaciona capacidades de leitura e escrita em diferentes formatos de dados, com as soluções FOSS identificadas. Assim, a Tabela 9 traduz esta análise quer para dados vectoriais, quer para *raster*.

+ Através de *plugin*.
* Em desenvolvimento.

Acesso a Dados		GvSIG		Kosmo		uDig		OpenJump		QGIS		SAGA		GRASS	
		L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L	E
Vectoriais	Shape	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	DGN	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-
	DXF	X	X	X	X	X ⁺	X ⁺	X ⁺	X ⁺	X	-	-	-	X	-
	GML	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X
	KML	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-
	DWG	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raster	tif	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	GeoTIFF	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	png	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ECW	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	jpg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	mrSID	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 9: Capacidades de acesso a dados por parte de GFOSS desktop.

Após esta análise foi possível retirar algumas conclusões importantes para o futuro deste trabalho, a saber: os programas analisados acedem a uma grande variedade de formatos de dados, quer vectoriais, quer *raster*; Nos dados vectoriais o formato *shapefile* (*SHP*), é unanimemente reconhecido por todos os programas, ao contrário do *KML* e do *DWG*, o que neste último caso poderá criar alguns problemas devido à dependência de alguns serviços e departamentos da estrutura camarária em relação ao software *CAD*, o *AutoCAD*; uma das alternativas poderá passar pelo formato *DXF* (*Drawing Exchange Format*), uma vez que, apesar de nem todos os *programas* analisados terem capacidade de escrita neste formato, a maioria permite a sua leitura, o que poderá ser suficiente.

No que toca aos dados *raster*, a variedade de formatos identificados pelas aplicações foram considerados suficientes.

Ainda no contexto da acessibilidade a dados, e uma vez que desde o início a intenção passava pela criação de uma infra-estrutura SIG, que permitisse não só a disponibilização de dados para o exterior, nomeadamente ao município, mas também para o interior da organização, efectuou-se também a identificação das capacidades de acesso a dados em formatos *standard* OGC. A Tabela 10 resume esta análise.

+ Através de *plugin*.

Acesso a Dados		GvSIG	Kosmo	uDig	OpenJump	QGIS	SAGA	GRASS
Standards OGC	WMS	X	X	X	X	X	-	X
	WFS	X	*	X	X ⁺	X	-	X
	WFS-T	*	-	X	-	*	-	-
	WCS	X	-	-	-	-	-	-

Tabela 10: Capacidades de acesso a formatos de dados standard OGC.

Concluiu-se que a maioria dos *programas* em questão implementa o WMS (*Web Map Service*) sem dificuldades, passando-se o mesmo com o WFS (*Web Feature Service*), havendo no entanto neste caso a necessidade de instalação de *plugins* externos para algumas soluções. A possibilidade de utilização do WFS-T, componente transaccional do *standard* WFS, num cliente SIG *desktop*, apenas é apresentada no momento pelo *uDig*.

Após estas avaliações preliminares, relativas aos formatos de dados e acessos aos SGBDR suportados pelos programas, ficou-se já com uma ideia aproximada do conjunto que neste domínio melhor poderia servir os objectivos propostos.

Paralelamente a estes trabalhos, a matriz das funcionalidades dos programas, cuja construção começou no início deste procedimento, foi completada ao longo do tempo e a sua versão final é agora apresentada. A Tabela 11 traduz as funcionalidades para dados vectoriais, ao passo que a Tabela 12 faz o mesmo para a componente *raster*.

Como se referiu, estas matrizes reflectem a análise final, onde já se inclui alguns testes realizados aos programas, no sentido de se comprovar a existência de algumas funcionalidades, que a consulta na Internet não esclareceu. Assim, e perante a análise às tabelas 11 e 12, decidiu-se por instalar em contexto de trabalho o *Quantum GIS*, e para testes de algumas funcionalidades extra o *gvSIG*, *OpenJUMP*, *KOSMO* e *uDIG*.

As razões principais para a escolha do *Quantum GIS*, foram o conjunto das funcionalidades apresentadas, ainda mais quando complementadas com a instalação de *plugins*, como o *GRASS*. De notar que existem uma panóplia de *plugins* disponíveis para *download*, que permitem a resolução de um vasto conjunto de problemas. A vitalidade deste projecto nos últimos anos com a disponibilização de uma nova versão estável várias vezes no mesmo ano, a vasta comunidade de utilizadores e o seu interface simples, foram outras das

* Em desenvolvimento.

+ Através de *plugin*.

razões que levaram a esta escolha.

Para a escolha da instalação do *gvSIG*, muito contribuiu o facto de ser o único software do grupo analisado que possui a funcionalidade de efectuar análise de redes. O seu interface muito semelhante ao *ArcView 3.2* da ESRI, foi outro dos motivos, uma vez que existem colaboradores que trabalharam com esse software, o que pode ser um factor que provoque a diminuição da curva de aprendizagem.

O *uDig*, foi seleccionado por se tratar de um software bastante simples e por isso útil para alguns utilizadores com menor formação, sem grandes necessidades. Funcionalidades como o suporte a *WFS-T* e a compatibilidade total com SLD (*Styled Layer Descriptor*), standard de estilos de simbologia, foram as razões desta selecção.

Por fim, foram também instalados para a realização de algumas tarefas específicas quer o *KOSMO*, quer o *OpenJUMP*. Ambos possuem funcionalidades bastante interessantes, onde se incluem algumas ferramentas de edição de dados vectoriais e no caso específico do *KOSMO*, a capacidade de realizar operações topológicas com relativa facilidade.

Terminada a fase de instalação dos programas foi-se paulatinamente diminuindo a utilização do software utilizado anteriormente, agora utilizado apenas para funções específicas, passando o *Quantum GIS* a dominar o dia de trabalho.

Funcionalidades	GvSIG	Kosmo	uDig	OpenJump	QGIS	SAGA	GRASS
Queries [#]	X	X	X	X	X	-*	X
Queries SQL ^{€#}	X	-	-	X	X	-*	X
Joins de Tabelas	X	X	-	X	X ^º	X	X
Cálculo de Atributos [#]	X	X	-	X	X	X	X
Vários Sistemas de Coordenadas [#]	X	X	X	X	X	X	X
Transformação de Coordenadas [#]	X	X	X	X ⁺	X	X	X
Criar e editar dados vectoriais [#]	X	X	X	X	X	X	X
Criar e Editar Topologia [#]	X ^{&}	X	-	X ⁺	X ^º	-	X

continua na página seguinte...

Funcionalidade Essencial.

* Em desenvolvimento.

º Através do *plugin* do GRASS.

& Apenas linhas.

...continuação da página anterior

Funcionalidades	GvSIG	Kosmo	uDig	OpenJump	QGIS	SAGA	GRASS
Edição Avançada (<i>Snapping</i> , etc.) [#]	X ^a	X	X	X	X	X	X
Análise (<i>Buffers</i> , <i>Dissolve</i> , <i>Intersect</i> , <i>Clip</i> , etc.) [#]	X ^a	X	X	X	X	-	X
Interpolações	X ^a	-	-	-	X ^o	X	X
Funções de Agregação	X	X	-	X	X ^o	-	X
Análise de Redes	X	-	-	-	-	-	-
Simbologia [#]	X	X	X	X	X	X	X
Simbologia Compatível com SLD	-	X	X	-	-*	-	-
Impressão [#]	X	X	X	X ⁺	X	X	X
Suporte GPS	-	-*	X ⁺	-	X ⁺	X	X
Versão Portuguesa (Brasil)	X	X	-	X	X	-	-

Tabela 11: Funcionalidades para dados vectoriais dos GFOSS desktop.

Funcionalidades	GvSIG	Kosmo	uDig	OpenJump	QGIS	SAGA	GRASS
Visualização 3D	X	-	-	-	X ^o	X	X
Modelação 3D	X	-	-	-	X ^o	X	X
Análise de Imagens	X	-	-	-	X ^o	X	X
Análise Espacial	X ^a	X ^a	-	X ^a	X ^o	X	X
Filtros	X ^a	X ^a	-	X ^a	X ^o	X	X
Georreferenciação	X	-	-	-	X	X	X

Tabela 12: Funcionalidades para dados raster dos GFOSS desktop.

7.2.3 Software Servidor

Após um período de adaptação e consolidação da utilização do *Quantum GIS* em contexto de trabalho, decidiu-se iniciar um novo estágio de migração e passar a infra-estrutura existente para FOSS. Apesar de prevista anteriormente, esta tarefa foi precipitada pelo aparecimento de um novo projecto intermunicipal, de nome *+Maria* (ver Capítulo 3), que propunha o desenvolvimento de 3 aplicações *Web SIG*.

Como a migração da infra-estrutura para FOSS estava decidida há algum tempo, o executivo determinou o desenvolvimento destas aplicações já sobre

^a Através do Sextante.

⁺ Através de *plugin*.

^o Através do *plugin* do GRASS.

^a Através do Sextante.

esta tecnologia, poupando assim tempo e dinheiro. Ao contrário do que ocorreu com software *desktop* que foi instalado tendo como base o SO Windows, neste caso todas as instalações foram efectuadas em ambiente *Linux*, concretamente em *Ubuntu Server 9.04*.

7.2.3.1 Sistema de Gestão de Bases de Dados Espaciais

Iniciou-se o processo de implementação da infra-estrutura SIG, pela selecção do SGBDR a adoptar. Como se abordou anteriormente, um dos objectivos da migração para FOSS passava muito por terminar com a limitação existente, de apenas uma licença de software, em toda a autarquia, possuir a capacidade de escrita no SGBDR Geográfico central. Assim, foi necessário tomar uma decisão importante, que consistia em escolher uma das seguintes opções: por um lado a manutenção do SGBDR existente, *ArcSDE*, sendo que a solução SIG *desktop* a adoptar teria forçosamente de permitir a escrita. Por outro lado a adopção de um novo SGBDR, baseado em FOSS, onde os programas *desktop* teriam de poder escrever, fossem estes baseados em FOSS ou proprietários. A análise à Tabela 8 foi determinante para esta escolha.

Da análise da tabela acima referida, resultaram algumas conclusões importantes, que importa agora desenvolver. O uDig foi o único software que garantiu a escrita no *ArcSDE*, embora os testes efectuados tivessem revelado algumas limitações. Por sua vez o *PostGIS* era o SGBDR Geográfico de referência, uma vez que 6 dos 7 programas analisados, garantiam capacidades de leitura e escrita. Faltava apenas garantir, caso se optasse por esta última solução, uma forma que permitisse capacidades de leitura e escrita às licenças de software proprietário já existentes. Após alguma pesquisa, encontrou-se o *ZigGIS*²⁷ que assegura esta última premissa. Assim, e sem grandes dúvidas optou-se pelo *PostGIS* como a solução SGBDR Geográfico a implementar. Para além destas características importantes, possui todas as funcionalidades essenciais de geoprocessamento, de gestão e armazenamento de dados. É amplamente utilizado em vários casos de sucesso tanto em Portugal, como no estrangeiro.

Além das vantagens enumeradas, o *PostGIS* permitiu resolver ainda uma outra questão que tinha ficado pendente desde a análise à Tabela 9. Esta prendia-se com a dificuldade evidenciada pelos programas GFOSS *desktop* em aceder a ficheiros no formato nativo do *AutoCAD*²⁸, o *DWG*. Este é um formato

²⁷ <http://obtusesoft.com/> (consulta em 23-11-2009)

²⁸ <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?siteID=123112&id=13779270> (consulta em 23-

proprietário e fechado, que é modificado anualmente, com a saída para o mercado das novas versões deste software. Uma vez que o *AutoCAD* é líder de mercado neste segmento, e infelizmente não existem alternativas FOSS capazes de o substituir, tornou-se necessário encontrar uma forma que permitisse ao software SIG ler os dados armazenados neste formato. A instalação de um componente FOSS, de seu nome *FDO Data Access Technology*²⁹, no *AutoCAD*, permite a este, capacidades de leitura e de escrita num SGBDR Geográfico *PostGIS*. Esta funcionalidade adicional é bastante importante pois possibilita simultaneamente aproximar o *CAD* do *SIG* e vice-versa.

Após a selecção do *PostGIS* como solução SGBDR, procedeu-se à sua instalação e configuração, assim como à transposição do modelo de dados existente no *ArcSDE* para a nova base de dados, funcionando as duas em simultâneo por algum tempo. Foram então criados perfis diferentes de utilizadores, com permissões de acesso a dados distintas para conferir alguma segurança na gestão da IG, não permitindo o mesmo nível de privilégios a todos os utilizadores. Para assegurar uma maior controlo e segurança nas edições de dados, implementaram-se algumas funções na base de dados por intermédio de *triggers*, que permitem que se guarde a data, hora e ao identificação do utilizador que inseriu ou editou um novo registo. Após a conclusão de todos estes procedimentos, e um período de testes e adaptação, passou-se a utilizar apenas este novo SGBDR em ambiente de produção.

7.2.3.2 Servidor Web SIG

A partir da implementação da base de dados, a organização estava apta a seleccionar o servidor Web SIG (ANEXO 3) que permitiu a disponibilização de IG através da Intra e Internet. Assim, foi também necessário eleger o software que melhor serviria os objectivos enunciados.

Para esta selecção, apenas existia um requisito básico, além de todos os critérios que foram utilizados para a escolha do software *desktop*, que passava por permitir a implementação do *standard WFS-T*, para permitir a edição de dados espaciais via Internet. Assim, efectuaram-se algumas pesquisas de onde resultou a Tabela 13.

11-2009)

29 <http://fdo.osgeo.org/> (consulta em 1-11-2010)

Funcionalidades	deegree	GeoServer	MapServer
Implementação de WMS	X	X	X
Implementação de WFS	X	X	X
Implementação de WFS-T	X	X	-
Implementação de WCS	X	X	X

Tabela 13: Capacidade dos servidores de IG em implementar standards OGC.

Da análise à Tabela 13 resultou que, de entre os mais utilizados, o *deegree*³⁰ e o *GeoServer*³¹, implementam a norma *WFS-T*, critério que se tinha entendido como fundamental. Uma vez que o projecto que apresentava uma maior vitalidade, confirmado pela saída regular de novas versões, existência de documentação em maior quantidade, interface mais amigável e maior grau de utilização no nosso país era o *GeoServer*, a escolha acabou por não ser difícil.

Instalou-se e configurou-se o *GeoServer* e carregaram-se os dados que se encontravam já armazenados no *PostGIS*, assim como os ortofotomapas que a autarquia possuía. Com a base da infra-estrutura delimitada e a funcionar, transitou-se para a fase seguinte, ou seja o desenvolvimento das aplicações mencionadas.

7.2.4 Desenvolvimento das Aplicações

Antes de iniciar o processo de desenvolvimento propriamente dito, havia ainda algumas opções relativas a *bibliotecas* a utilizar. De acordo com um esboço feito de *layout* base das aplicações, foi estudado qual a *framework* que oferecia mais garantias de poder produzir um resultado aproximado ao idealizado. Depois de várias pesquisas efectuadas e da observação de exemplos produzidos em algumas destas ferramentas, a opção recaiu sobre o *MapFish*³², apoiado pelo *OpenLayers*³³ e com auxílio da biblioteca *GeoExt*³⁴ que permitiu enriquecer as aplicações com funcionalidades e soluções visualmente mais atractivas.

Por uma questão de desempenho, instalou-se também o software *TileCache*³⁵, para a publicação quer das imagens respeitantes aos ortofotomapas, quer da cartografia disponibilizada via *WMS*. Este software permite guardar em *cache* as respostas a pedidos feitos ao servidor pelo cliente, originando que o servidor não tenha que processar respostas anteriormente dadas, diminuindo

30 <http://www.deegree.org/> (consulta em 23-11-2009)

31 <http://geoserver.org/> (consulta em 23-11-2009)

32 <http://mapfish.org/> (consulta em 23-11-2009)

33 <http://openlayers.org/> (consulta em 23-11-2009)

34 <http://www.geoext.org/> (consulta em 23-11-2009)

35 <http://tilecache.org/> (consulta em 23-11-2009)

muito o tempo de espera na apresentação da IG solicitada.

Assim, foi então instalado o *Mapfish Server*, e o *OpenLayers*. Após as respectivas configurações e testes, estava tudo preparado para iniciar o desenvolvimento das aplicações.

As linguagens de programação utilizadas para a concepção das aplicações foram *HTML*, *PHP*, *JavaScript*, *YAML* e *SQL*. De seguida explica-se sucintamente cada aplicação e as suas funcionalidades chave.

7.2.4.1 Aplicação de Gestão de Elementos Publicitários

Esta aplicação, concebida para funcionar em ambiente de Intranet, tem como principal objectivo a gestão dos elementos publicitários. Assim, a aplicação permite que os fiscais do município, se desloquem ao terreno munidos com um *PDA*, *Tablet PC*, ou *Notebook*, com ligação à Internet e via VPN (*Virtual Private Network*), onde podem analisar no mapa, através de um código de cores, o estado de cada elemento publicitário. Para isto, basta consultar o processo através de uma ligação concebida entre a componente geográfica, e a respectiva aplicação de gestão de publicidade, há vários anos a funcionar na autarquia, da responsabilidade da empresa *Medidata.net*³⁶. Esta funcionalidade espelha o nível de interoperabilidade atingido, tendo-se conseguido integrar plenamente a base de dados geográfica *postgreSQL/PostGIS*, com a base de dados alfanumérica da aplicação da *Medidata.net*, construída em *Oracle*. Para isto ser possível utilizou-se a componente *dblink* do *postgreSQL*.

Após análise do processo o fiscal pode tomar algumas opções: marcar um ponto num local com elementos publicitários não georreferenciados, associando-o em seguida ao processo alfanumérico, caso exista, da aplicação da *Medidata.net*; no caso do processo não existir poderá atuar o proprietário por essa falha; se já existirem os elementos no mapa, poderá analisar se a licença se encontra válida ou não.

A Figura 8 ilustra a janela de entrada da aplicação de Gestão de Publicidade.

³⁶ <http://www.meditdata.pt/> (consulta em 5-5-2010)

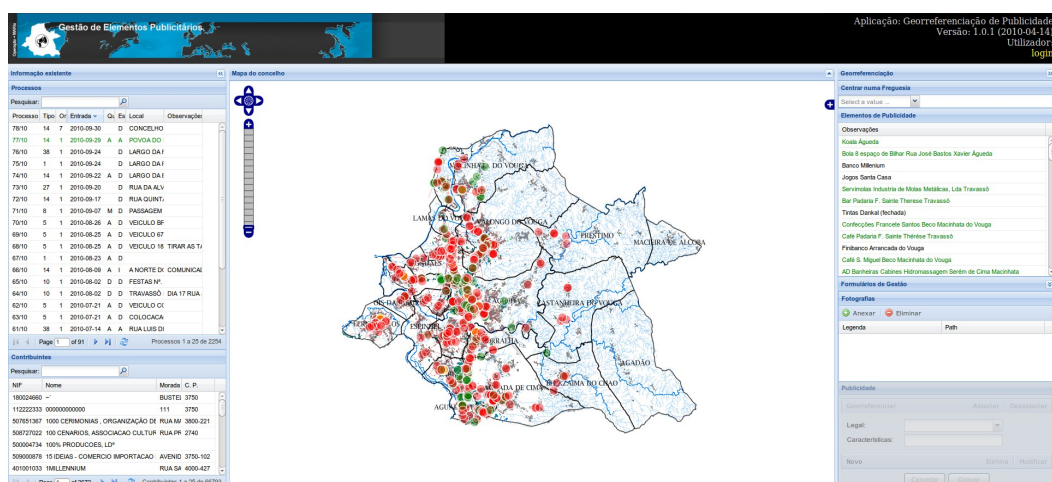


Figura 8: Imagem ilustrativa a aplicação desenvolvida para a gestão da publicidade.

Com a aplicação de Gestão de Elementos Publicitários, os Fiscais conseguem agora, executar o seu trabalho com grandes vantagens em relação ao procedimento anterior, a saber:

- Quando em campo, conseguem navegar com um mapa actualizado, e com informação complementar que os auxilia, tendo toda a publicidade inserida através de pontos. O que não consta, ou é ilegal, ou ainda não se encontra associada a um processo, o que poderá ser feito no momento, poupando assim várias viagens ao mesmo local;
- É possível agora “escrever apenas uma vez”, eliminando os antigos formulários em papel e a duplicação de informação e tarefas.

A Câmara Municipal com esta aplicação consegue fazer uma gestão mais rigorosa do seus elementos publicitários, garantindo também o aumento de receitas para os seus cofres.

7.2.4.2 Aplicação de Emissão de Plantas de Localização³⁷

Esta aplicação permite, após autenticação, a impressão de plantas de localização. Basta para isso que o utilizador navegue até à localização de interesse, e assinale ou delimite a sua pretensão, através do desenho de um ponto, de uma linha, ou de um polígono. Após esta operação, poderá assim imprimir as plantas de localização à escala 1:10.000 e 1:2.000, que poderão ser utilizadas para a instrução de processos na Autarquia.

7.2.4.3 Aplicação de Discussão Pública de PMOT³⁸

³⁷ <http://geoportal.cm-agueda.pt/maria/plantaslocalizacao.html> (consulta em 12-8-2010)

³⁸ <http://geoportal.cm-agueda.pt/maria/participacaopublica.html> (consulta em 12-8-2010)

Esta aplicação, bastante semelhante na sua imagem à anterior, permite ao utilizador visualizar Planos Municipais de Ordenamento do Território e desenhar uma zona de discussão numa área de um determinado plano, onde poderá emitir as suas dúvidas, críticas ou análises relativas ao mesmo.

7.3 Conclusões

O caso de estudo apresentado foi muito importante para conhecer e perceber na prática as particularidades e dificuldades na implementação de uma solução baseada em GFOSS. Permitiu comprovar, para além de todas as dificuldades, que é possível com FOSS atingir todos os objectivos de um SIG municipal, como já acontece em Águeda, embora ainda haja espaço para muitas melhorias. Essas melhorias apresentam-se cada vez mais ao alcance da autarquia, à medida que começa a tirar um melhor proveito do novo SGBDR Geográfico, mais robusto, com mais funcionalidades e com um modelo de dados cada vez mais adequado à realidade. E, tendo-se superado as dificuldades iniciais, agora que se tem um maior domínio sobre as tecnologias, também tudo se torna mais fácil.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

8.1 Conclusões gerais

Este trabalho teve como principais objectivos, demonstrar que o FOSS para SIG é uma solução credível para uma autarquia, e simultaneamente encontrar uma metodologia de implementação do mesmo na organização, objectivos esses que foram atingidos.

Considera-se também que este trabalho é bastante pertinente, quer pelo interesse que o FOSS para SIG tem vindo a granjear, comprovado pela crescente afluência e procura às conferências da especialidade e também pela multiplicação de casos de introdução de FOSS na administração local. Sendo uma área em crescimento, é ainda escassa a bibliografia existente .

Devido às cada vez maiores necessidades e exigências de uma autarquia em relação à Informação Geográfica, os SIG assumem grande transversalidade relativamente a toda a organização, sendo a introdução de FOSS um precioso contributo. Hoje em dia, as ferramentas FOSS disponíveis conseguem cobrir na totalidade o ciclo de vida da IG, passando pela sua recolha, armazenamento, edição e análise, até à disponibilização na Internet. Este facto ficou comprovado com o caso de estudo realizado, onde os objectivos foram alcançados apenas com recurso a FOSS.

Na realidade, a opção por FOSS para SIG numa autarquia mostrou-se completamente válida, quer como solução independente, quer como solução híbrida, comprovando ser possível, com todos os benefícios daí inerentes, a coabitação e interoperabilidade entre tecnologias, FOSS e COTS, podendo a instituição neste caso obter o melhor de dois mundos. Para isto, muito contribui a utilização de *standards* abertos por parte das soluções FOSS.

A introdução de FOSS numa autarquia, minimiza uma prática que até aqui vem sendo recorrente nas organizações, onde por vezes os procedimentos têm que ser adequados ao software, ao invés da solução tecnológica se adaptar ao *workflow* da autarquia. Como o código das aplicações é realmente aberto, é possível adaptar o software às reais necessidades das organizações. Por outro lado, havendo liberdade na selecção do software que melhor se adapta às necessidades da organização, é possível tomar melhores decisões, independentes de pressões externas, eliminando a aquisição de soluções com funcionalidades desnecessárias e desadequadas ao pretendido, com todos os custos daí inerentes.

Além das vantagens, já enunciadas, da utilização de GFOSS, é impossível nos dias de hoje omitir uma que na maioria dos casos é decisiva, que se prende com a ausência de custos directos com a aquisição de licenças ou contratos de manutenção, o que pode ser determinante. Apesar de “livre” não significar gratuito, uma vez que podem existir outros custos associados ao FOSS, é no entanto possível poupar muito dinheiro ao erário público com a sua adopção. Custos com a formação, um tempo de transição, durante o qual é natural existir duplicação de tarefas, a necessidade de mais tempo para o cumprimento de tarefas devido à curva de aprendizagem, são factores a ter bem presentes no momento de decidir pela sua adopção.

8.1.1 Metodologia

A metodologia proposta, apesar de algo complexa, nomeadamente ao nível da implementação de uma infra-estrutura SIG, apresenta também alguma flexibilidade para que esta possa ser adaptada às especificidades de cada organização.

Outra mais-valia apresentada consiste no facto da metodologia proposta poder ser realizada recorrendo unicamente a técnicos da instituição, existindo neste caso um maior investimento nas pessoas e na sua valorização, que são activos importantíssimos para o sucesso de qualquer sistema de informação. Mesmo existindo um consultor externo, é sempre recomendável o envolvimento destes técnicos, o que faz com que se sintam como parte integrante no projecto e simultaneamente adquiram *know-how*, o que permitirá a independência técnica da organização após a implementação do SIG. Neste contexto, e no caso das aplicações desenvolvidas, pode-se afirmar que há verdadeiro acesso ao código, não só por ser livre, mas porque os técnicos da autarquia o conseguem verdadeiramente explorar.

Uma das vantagens do software aberto, o grande número de soluções e opções disponíveis, torna-se numa verdadeira dificuldade para quem está a começar. A existência de um consultor externo, pode ser bastante importante, pois a sua acção pode agilizar muito este processo, nomeadamente em casos de dúvida, delimitando as escolhas e focando a equipa de trabalho nas tarefas a executar, ou em casos de conflito entre equipas, onde a sua opinião técnica e experiência poderá ser decisiva para a sua resolução.

8.1.2 Caso de Estudo

A colaboração no caso de estudo permitiu validar todas as soluções em

contexto real. O *know-how* adquirido com este processo, foi um precioso contributo para a elaboração da metodologia apresentada, ajudando a discernir caminhos a seguir e a evitar.

O conjunto de ferramentas GFOSS utilizadas, corresponderam ao esperado. Não existindo por norma, uma ferramenta que agrupe em si todas as funcionalidades pretendidas, a combinação de vários softwares é a chave para a resolução deste problema. O objectivo passa por utilizar o melhor que cada programa tem para oferecer, ficando da responsabilidade de cada organização ou mesmo de cada utilizador, a selecção do conjunto que melhor se adapta às suas necessidades, ou preferências, sendo bastante importante a avaliação de algumas soluções em contexto real, antes de as integrar em produção.

Neste contexto, com a combinação correcta, é possível obter os resultados pretendidos, pelo que o *software stack* apresentado no caso de estudo, pode ser utilizado na maioria das autarquias com a garantia do cumprimento das metas definidas.

Fazendo uma avaliação geral às ferramentas utilizadas pode-se afirmar que:

- Na generalidade, as ferramentas *desktop*, é o grupo onde as existe um leque de escolha mais alargado, existindo no entanto o cuidado de testar um grupo razoável de aplicações para que a selecção corresponda aos objectivos traçados.
- Nestas aplicações, as maiores limitações encontradas prendem-se com a manipulação directa de alguns ficheiros CAD, sobretudo as últimas versões, e as funcionalidades de construção de *layouts* para impressão, ainda são algo limitadas quando comparadas com as disponibilizadas por software proprietário.
- Nos SGBDR Geográficos, apesar da existência de algumas opções, o *PostgreSQL/PostGIS* pela sua interoperabilidade com praticamente todos os softwares, funcionalidades e robustez é a escolha unânime neste segmento, estando ao nível das melhores soluções proprietárias.
- O software para servidor, apresenta em relação aos seus concorrentes proprietários, um excelente nível de qualidade com performance superior, sendo mais um factor a ter em consideração para a adopção de FOSS. Qualquer uma das soluções apresentadas, com as devidas diferenças já enunciadas, são excelentes opções.

8.2 Dificuldades

Se a introdução de FOSS ao nível do *desktop* é pacífica, não causando grande impacto, quer na estrutura quer nas pessoas, o mesmo não se pode dizer de quando há intervenção na infra-estrutura SIG. Neste caso as dificuldades aumentam significativamente, quer relativamente às relações com a área informática, quer com os outros departamentos. No que à informática diz respeito, poderá ser necessária a gestão de conflitos e interesses, que quando não resolvidos podem atrasar bastante o projecto, ou até mesmo comprometer o seu sucesso. Esta situação, acabou por ser comprovada no caso de estudo, onde apesar da integração de elementos da equipa de informática na equipa de trabalho, ocorreram alguns conflitos, ainda que prontamente resolvidos.

Apesar da instalação do *software* em ambiente servidor não ser complicada, a sua correcta configuração encerra alguns problemas, pois é mais exigente em termos de *know-how*. A existência de pouca documentação nesta matéria, obriga a múltiplas tentativas, e por isso a um grande esforço quer de empenho, quer de tempo, até se conseguir chegar à configuração ideal para o melhor desempenho das aplicações e servidores. O acompanhamento da equipa informática, quando bem enquadrada, pode contribuir em muito para a conclusão de uma forma mais célere deste processo

A existência de poucas empresas, no nosso país, que forneçam suporte técnico nesta área, é uma limitação, uma vez que na resolução de problemas, o tempo perdido será menor recorrendo a estes serviços. No entanto, esta limitação funciona simultaneamente como oportunidade de negócio na área da prestação de serviços utilizando tecnologias FOSS.

Um factor que também contribui para alguma entropia no processo de implementação de GFOSS numa autarquia, é a resistência à mudança por parte de alguns técnicos da organização. Esta resistência pode ocorrer devido a factores de vária ordem, como a necessidade de aprendizagem e adaptação a novas funções e procedimentos, ou ao abandono de uma tecnologia onde os hábitos já estavam bastante enraizados.

A pressão exercida para o desenvolvimento das aplicações, não permitiu que o método utilizado no caso de estudo para a migração do SIG fosse o mais adequado, e impediu que fosse desenvolvido e implementado um modelo de dados adaptado às necessidades da autarquia. No entanto, e como já foi referido, este facto funcionou igualmente como uma oportunidade, pois face às experiências vivenciadas foi possível desenvolver uma metodologia de

implementação de GFOSS.

Por fim, em relação aos custos de introdução e implementação de um SIG baseado em software aberto, é difícil quantificar os mesmos, devido ao envolvimento dos técnicos em todo o processo. Enquanto que é fácil contabilizar o custo de aquisição e manutenção do software COTS, e todos os outros custos derivados são muito inferiores ao das licenças, no software aberto o custo é distribuído de diversas formas, sendo talvez o maior relacionado com o tempo de aprendizagem e adaptação ao software. Como este era também um dos objectivos do trabalho, o mesmo passa para a secção de trabalho futuro, pois carece de uma abordagem própria.

8.3 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro principal será interessante testar a metodologia proposta em diferentes municípios, pois a metodologia foi inferida a partir de um único caso de estudo.

No que se refere ao caso de estudo, e apesar do sucesso das aplicações implementadas, ficou por efectuar a migração total do SGBDR, o que só acontecerá após desenvolvimento de um novo modelo de dados, que se pretende já conforme com a directiva INSPIRE, com o novo sistema de referência europeu o ETRS89 e mais adaptado às reais necessidades da autarquia.

Ainda neste enquadramento, é também bastante urgente a implementação de um catálogo de metadados ao nível do servidor (utilizando o *GeoNetwork*³⁹), para garantir a todos os utilizadores internos o conhecimento necessário sobre os dados que utilizam, melhorando em muito a qualidade do serviço prestado. Adicionalmente, esta ou parte desta meta-informação, pode e deve ser disponibilizada aos munícipes e entidades que de alguma forma colaboram com a autarquia.

Por fim, tendo mostrado neste trabalho que se podem ter soluções baseadas em FOSS de qualidade e bem adequadas ao workflow autárquico, será importante conseguir contabilizar os custos desta abordagem. O custo, além de não ser fácil de contabilizar, também se torna diferente consoante há já uma integração anterior de FOSS na autarquia. Por estas várias razões, antes de se medir o custo desta introdução, é necessário preparar uma metodologia para a sua contabilização.

³⁹ <http://geonetwork-opensource.org/> (consulta em 21-9-2010)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S., SANTOS, M. Y., 2006, Disseminação de Informação Geográfica Nas Autarquias Locais – O caso da Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, *ESIG 2006 - IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica*.
- AMRIA, 2006a, Guião de Exploração de Serviços SIG na Web (URL: http://sig.cm-aveiro.pt/smiga/sig-equipamentos/guiao_sigria.pdf, consulta em 19-2-2009).
- AMRIA, 2006b, Página da Associação de Municípios da Ria - SecurRia (URL: <http://www.amria.pt/securria/Page.aspx?id=6>, consulta em 12-12-2008).
- AMRIA, 2006c, Página da Associação de Municípios da Ria - AmbiRia (URL: <http://www.amria.pt/ambiria/Page.aspx?id=17>, consulta em 12-12-2008).
- CNET, ,2003, *Study lauds open-source code quality*. (URL: http://news.cnet.com/2100-1001-985221.html?tag=fd_top, consulta em 29-10-2009)
- COAR, K, 2006, The open source definition (Annotated) (URL: <http://www.opensource.org/docs/definition.php>, consulta em 18-11-2009).
- CUSTÓDIO, C., 2007, *Sistemas de Informação Geográfica nos Municípios: O caso da Câmara Municipal de S. Brás de Alportel*. Relatório de Estágio apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- FORBES, 2005, *Linux is not just for geeks anymore*. (URL: <http://www.forbes.com/2002/07/15/0715linux.html>, consulta em 23-12-2009)
- FSF, 2008, *Free Software Foundation - Licenses*, (URL: <http://www.fsf.org/licensing/licenses>, consulta em 18-11-2009).
- FSF, 2007a, *GNU General Public License* (URL: <http://www.fsf.org/licensing/licenses/gpl.html>, consulta em 18-11-

- 2009).
- FSF, 2007b, *What is copyleft?* (URL: <http://www.gnu.org/copyleft/copyleft.html>, consulta em 18-11-2009).
- FSF, 2007c, *Why you shouldn't use the Library GPL for your next library*, (URL: <http://www.fsf.org/licensing/licenses/why-not-lgpl.html>, consulta em 19-11-2009).
- FSF, 2007d, *GNU Lesser General Public License*, (URL: <http://www.fsf.org/licensing/licenses/lgpl.html>, consulta em 18-11-2009).
- FSF, 2007e, *Free Software and the GNU Operating System?*, (URL: <http://www.fsf.org/about/>, consulta em 18-11-2009).
- GEOSEVER, 2010, *Welcome*, (URL: <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>, consulta em 30-12-2009).
- GILFOYLE, I., THORPE, P., 2004, *Geographic Information Management in Local Government*, (CRC Press LLC).
- GVSIG, 2009, *gvSIG* (URL: <http://www.gvsig.gva.es/>, consulta em 12-3-2009).
- IBM, 2003, *Putting Linux reliability to the test*. (URL: <http://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-rel/>, consulta em 29-10-2009).
- INSPIRE, 2010, INSPIRE Directive (URL: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>, consulta em 27/9/2010)
- JULIÃO, R.P., 2007, *E-book da Unidade Curricular de Sistemas de Informação Geográfica nas Organizações*. 7ª Edição do Mestrado de Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa.
- LEI 159/99, D.R. I Série , **215 (14-09-1999)**, 6301-6307.
- LLARIO, J. C. M., ALIAGA, E. C., GAZTELUMENDI, J. I., 2004, *Soluciones Potenciales De SIG Libres Para Cubrir Las Necesidades De Gestión Municipal En Ayuntamientos Medianos y Pequeños, e-Cooperación en la Administración Pública*, (URL: http://www.csae.map.es/csi/tecniomap/tecniomap_2004/comunicaciones/tema_03/3_008.pdf, consulta em 19-5-2009).

- LONGLEY, P., GOODCHILD, M., MAGUIRE, D., RHIND, D., 2005, *Geographic Information Systems and Science* (Second Edition) (John Wiley and Sons, Ltd).
- MAPSERVER, (2009), Welcome to MapServer. (YRL: <http://mapserver.org/>, consulta a 6/6/2010).
- MASSER, H, CAMPBELL, I, 1995, *GIS and Organisations: How Effective are GIS in Practice?* (Taylor & Francis).
- NIEMAN, C., 2008, *An Exploration of Free and Open Source Software for Geomatics*. Partial Fulfillment of the Requirements of the Bachelor of Arts Geomatics Honors degree, Carleton University Department of Geography and Environmental Studies.
- OPENBRR, 2005, Business Readiness Rating for Open Source, (URL: <http://www.openbrr.org/wiki/index.php/Downloads>, consulta em 23-11-2009).
- OPENJUMP, 2009, *OpenJUMP* (URL: <http://www.openjump.org/>, consulta em 16/3/2009).
- OSGEO - Open Source Geospatial Foundation, 2009, (URL: <http://www.osgeo.org/>, consulta em 18-5-2010).
- QGIS, 2009, *Quantum GIS* (URL: <http://www.qgis.org/>, consulta em 12-3-2009).
- RAMSEY, P., 2007, *The State of Open Source GIS*, Refrations Research Inc (URL: <http://www.refrations.net/expertise/whitepapers/opensourcesurvey/survey-open-source-2007-12.pdf>, consulta em 23-11-2008)
- SAGA, 2009, *System for Automated Geoscientific Analyses*, (URL: <http://www.saga-gis.org>, consulta em 17-3-2009).
- SENA, R., 2008, *Desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica Municipais através de Software Aberto – O caso do Município de Albufeira* . Jornadas SASIG, Águeda, 2008.
- SEVERINO, E. M., 2006, *Sistemas de Informação Geográfica nas Autarquias Locais: Modelo de Implementação*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- SHERMAN, G. E., 2008, *Desktop GIS - Mapping the Planet with Open Source*

Tools (Pragmatic Bookshelf).

- STALLMAN, R., 2002, *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. Free Software Foundation, (GNU Press).
- STEINIGER, S., BOCHER, E., 2008, An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments, *International Journal of Geographical Information Science* **23**(10): 1345-1370.
- SVEEN, A. F., 2008, *Use of Free and Open Source GIS in Commercial Firms, Project Assignment*, Norwegian University of Science and Technology - Faculty of Engineering Science and Technology - Department of Civil and Transport Engineering - Division of Geomatics.
- TENEDÓRIO, J. A., HENRIQUES, C.D., SILVA, J.C. , 2003 , Municípios, Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica, *Revista Geolnova*, 201-219.
- TOMLINSON, R., 2003, *Thinking About GIS - Geographic Information System Planning for Managers*, (ESRI Press).
- TOMLINSON, R., 1986, *Review of North American Experience of Current and Potential Uses of Geographic Information Systems*, Appendix 6 in Handling Geographic Information: Report of the Committee of Enquiry, (London: HMSO).
- UDIG, (2009), *Udig User-friendly Internet GIS* (URL: <http://udig.refractions.net/>, consulta em 17-3-2009).
- WHEELER, D.A., 2010, *How to Evaluate Open Source Software / Free Software (OSS/FS) Programs*. (URL: http://www.dwheeler.com/oss_fs_eval.html, consulta em 25-9-2010).
- WHEELER, D.A., 2007, *Why Open Source Software / Free Software (OSS/FS, FLOSS, or FOSS)? Look at the Numbers!* (URL: http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html, consulta em 12-10-2009).
- ZDNET, 1999, *Can You Trust This Penguin?What's Wrong (And Right) With LINUX*. (URL: <http://web.archive.org/web/20010602081713/www.zdnet.com/sp/stories/issue/0,4537,2387282,00.html>, consulta em 29-10-2009)

ANEXO 1 - ORGANOGRAMA DA CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA

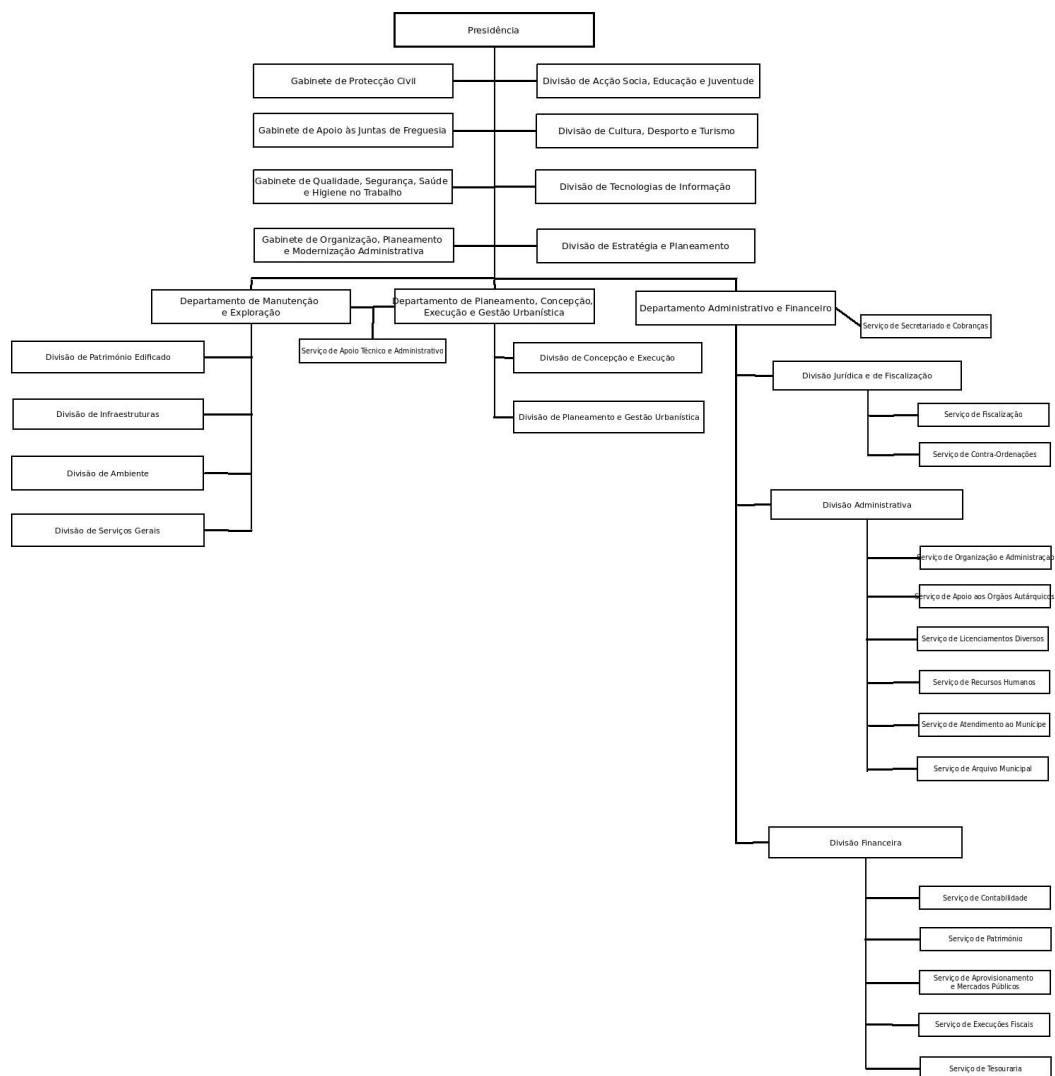


Figura 1: Organograma da Câmara Municipal de Águeda

ANEXO 2 - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM SIG *DESKTOP*

É possível que em alguns casos a introdução de um SIG numa organização se inicie apenas com a instalação de software GFOSS *desktop*, com o objectivo de resolver problemas pontuais, e com a sua utilização ao longo do tempo, surjam algumas pressões, internas e externas, que provoquem para o seu natural crescimento, passando-se então à implementação de uma infra-estrutura SIG.

Raras vezes se encontra uma aplicação GFOSS que vá ao encontro de todas as necessidades de utilizadores e instituições, colocando em evidência que um conjunto de ferramentas, constituirá certamente um sistema bastante mais poderoso e completo.

A primeira fase da implementação, denominada de Preparação, é coincidente com a Fase 1 da metodologia de implementação de um infra-estrutura SIG, apresentada no Capítulo 6, como se pode verificar através da análise do esquema exibido na Figura 7. A grande diferença reside na escala a que uma e outra são efectuadas, pelo que o detalhe e o tempo despendido para a implementação ao nível departamental é bem menor.

Como foi já referido, a implementação de um SIG baseado em FOSS puramente *desktop*, é geralmente um processo relativamente simples e por isso rápido na grande maioria dos casos. Neste contexto, a sua introdução é praticamente inócua, uma vez que não causa grande impacto na estrutura da autarquia, pois ao ser instalado em cada computador, dentro de um departamento, as implicações ao nível interdepartamental ou na estrutura informática da autarquia não se colocam.

Assim, nesta fase é suficiente a aprovação dos gestores informáticos, para autorizarem, ao nível das permissões de administração do sistema, a instalação de novo software. Uma vez que estamos a falar de FOSS, na grande maioria dos casos também gratuito, mais se acentua o pouco impacto na organização e a vantagem da escolha da solução poder ser completamente independente de terceiros.

Após tomada a decisão e garantida a aprovação para a instalação de software, inicia-se o processo de Análise dos requisitos dos utilizadores que pode ser analisado com maior detalhe no ponto 6.2.2.2 deste trabalho. Esta tarefa

permitirá obter informação das necessidades de funcionalidades que os utilizadores do SIG *desktop* necessitam para o desempenho do seu trabalho, ajudando assim na próxima etapa que consiste na selecção do software.

Deste levantamento resultará uma matriz de vários softwares candidatos à selecção final. Este procedimento encontra-se mais detalhado na Fase 3 da metodologia para implementação de um SIG baseado em FOSS que se encontra descrita mais detalhadamente no ponto 6.2.3.3, pelo que se recomenda a sua leitura.

Após a selecção inicia-se então a instalação do software e a sua avaliação em contexto de trabalho, por forma a garantir que a escolha foi a opção correcta em virtude dos objectivos, ou funcionalidades requeridas. A instalação de software SIG *desktop*, é relativamente simples e geralmente bem documentada, pelo que caso haja permissão para isso, dispensa a presença de um elemento da informática da organização. No entanto, e uma vez que este procedimento será eventualmente replicado para a instalação em outros computadores do departamento, recomenda-se a documentação de todo o processo para uso futuro.

Após a instalação do software bem sucedida, poder-se-à fazer uma série de testes, mesmo em ambiente de produção, com o intuito de averiguar a total adequação deste às tarefas idealizadas. Caso o software instalado não corresponda por um qualquer motivo, pode-se instalar e avaliar um novo sem qualquer problema, até à solução final. Caso existam dúvidas em como realizar a avaliação, os pontos 6.2.4.1 e 6.2.4.2 da metodologia de implementação de uma infra-estrutura SIG descreve este processo de forma mais detalhada.

Consolidada a utilização do software em contexto de produção, torna-se útil a sua manutenção e actualização. O procedimento e precauções a ter, encontram-se documentados no ponto 6.2.5.2 da metodologia para a implementação de um SIG baseado em FOSS já apresentada.

Cumpridos os objectivos do SIG no departamento, estão criadas condições, para a eventualidade de num futuro próximo, ocorrer a expansão de GFOSS na organização, quer a outros departamentos, quer ao nível da sua infra-estrutura.

ANEXO 3 - SOFTWARE GFOSS DESKTOP

1. gvSIG (Generalitat Valenciana, Sistema d'Informació Geogràfica)

O gvSIG é um projecto FOSS (licença GPL), iniciado pela *Conselleria d'Infrastructures i Transport* (Valencia, Espanha) com o objectivo de ser uma alternativa ou mesmo substituir o ArcView da *ESRI*. O seu desenvolvimento foi iniciado no ano de 2003 pela empresa *IVER S.A.*, em conjunto com universidades locais e outras empresas (gvSIG, 2009).

O gvSIG permite trabalhar com uma variedade interessante de dados vectoriais e *raster*, onde se incluem *Shapefiles*, *GeoTIFF*, *ECW*, *JPEG*, *WMS*, *WFS* e *WCS*, e tem recentemente feito um enorme esforço no que toca à conectividade com bases de dados. A principal linguagem de programação utilizada é *Java*, uma linguagem multi-plataforma que permite que a aplicação corra sem grandes dificuldades nos principais SO (*Windows*, *Linux* e *MAC OS X*).

No que respeita à estabilidade do projecto, desde 2004 já viram a luz do dia várias versões até se chegar à actual 1.9, o que atesta a maturidade e estabilidade do projecto.

Em relação ao apoio técnico, o projecto disponibiliza 3 listas de correio electrónico, para programadores e para utilizadores, ambas em Castelhano, e uma lista internacional (programadores e utilizadores) em Inglês. Segundo dados recolhidos por Sveen (2008), demonstram que mensalmente a lista internacional recebe em média 142 *e-mails*, enquanto que as listas espanholas recebem no mesmo período de tempo 311 e 69 mensagens para as listas de utilizadores e programadores respectivamente (Sveen, 2008) o que demonstra uma vitalidade interessante. A documentação está disponível para *download* no sítio de Internet, estando disponível em Inglês e Castelhano, existindo também um manual de instalação em Inglês, Castelhano, Alemão, Francês e Italiano, demonstrativo do interesse da comunidade internacional pelo projecto. Em Portugal a empresa *NovaGeo* disponibiliza gratuitamente o manual do gvSIG traduzido para Português.

Como aspectos positivos do gvSIG podem-se considerar os seguintes:

- Bom suporte de formatos de dados, incluindo os formatos *standard* da OGC (*WMS*, *WFS* e *WCS*);

- Expansível através de *plugins*, onde se destaca o Sextante⁴⁰, que aumenta em muito (mais de 150 ferramentas) as capacidades de análise espacial, geoestatística e geoprocessamento do software;
- Ferramentas de desenho e edição interessantes;
- Extensão de 3D e Análise de Redes;
- Capacidade de criar *Layouts* para impressão;
- Ferramentas de geoprocessamento (*buffer*, *intersection*, *union*, entre outras).

Como pontos negativos destacam-se os seguintes:

- A tradução do texto dos menus e caixas de diálogo é ainda algo incompleta;
- Deficiente explicação dos erros;
- Alguns problemas com o ambiente gráfico em algumas plataformas.

A Tabela 14 resume as principais características deste projecto.

⁴⁰ <http://forge.osor.eu/plugins/wiki/index.php?id=13&type=g> (consulta em 18-8-2009)

Informação Geral	
Nome	gvSIG (Genetalitat Valenciana, Sistema de Informació Geogràfica)
Resumo	O gvSIG <i>desktop</i> pretende ser uma ferramenta completa de visualização, edição e análise, que possa ser alternativa ao ArcView da ESRI (quase conseguido).
Apoios	Genetalitat Valenciana (<i>Conselleria d'Infrastructures i Transport</i>) IVER Tecnologías de la Información S.A.
Licença	GPL
Website	http://www.gvsig.gva.es
Sistemas Operativos	Windows, Linux e MAC OS X
Antecessores	-
Desenvolvimento	
Tecnologias	JAVA (Sobre Eclipse)
Pré-Requisitos	Utiliza GDAL-OGR e Geotools
Funcionalidades	Funcionalidades típicas de um SIG <i>desktop</i> , com um conjunto de extensões adicionais bastante interessantes.
Roteiro	http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=manuales&L=0
Bug Tracking	Não é publico
Funcionalidades Pedidas	Não é publico
Versão Actual	gvSIG 1.9
Ajuda e Suporte	
Documentação	http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=manuales&L=0 Manual traduzido para Português pela empresa NovaGeo,
Documentação em Português	disponível em: http://www.novageo.pt/novageo/images/Manuais/manual%20gvsig%201.1%20-%20pt.pdf
Suporte Gratuito	http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=espacio-comunicacion&L=0
Suporte Profissional	NovaGeo ⁴¹ e outras empresas.
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	O gvSIG tem sido um projecto financiado por estruturas governamentais e terá que mostrar que tem vitalidade para continuar. Tem-se focado nos stadards para <i>WebSIG</i> e no acesso a bases de dados. Continua a querer afirmar-se como um dos principais projectos de SIG livre.
Apreciação	O gvSIG tem algumas limitações de abertura em termos de desenvolvimento. No entanto, é um software bastante completo e com uma base de utilizadores muito grande. Tem já uma conferência anual, com centenas de participantes.

Tabela 14: Tabela resumo do software gvSIG (adaptada de Sveen, 2008)

41 <http://www.novageo.pt/> (consulta em 12-11-2009)

2. uDIG (User Friendly Desktop Internet GIS)

O uDIG foi iniciado pela empresa *Refractions Research Inc.*, sediada no Canadá, no ano de 2004-2005, baseado na plataforma de desenvolvimento *Eclipse*, escrita em Java (como tal disponível para a maioria dos SO) e licenciado sobre LGPL (uDig, 2009). Este software fornece funcionalidades de visualização e edição a partir de uma grande variedade de formatos. A edição de dados directamente nas bases de dados e através da Internet é provavelmente o seu maior objectivo.

Este projecto possui lista de correio electrónico tanto para utilizadores como para programadores, com um rácio de 39 e 353 mensagens por mês respectivamente, referindo-se estes números aos tempos mais recentes. Neste período foram reportados aproximadamente 87 erros tendo sido resolvidos cerca de 31.

O suporte técnico é fornecido oficialmente pela própria empresa, a *Refractions Research Inc.*, que segundo informação disponibilizada no seu sítio de Internet (ver endereço na Tabela 15), refere que são prestados por esta serviços de consultoria, instalação, resolução de problemas e desenvolvimento à medida.

Como documentação disponível destaca-se a existência de textos e vídeos, uma página de FAQ (Perguntas Frequentes) e um manual *online* (em Inglês e Português do Brasil) escrito numa linguagem acessível e pronto a ser melhorado.

Esta aplicação proporciona aos seus utilizadores, um número elevado de funcionalidades, com o senão de ser algo limitada no que às ferramentas de análise espacial diz respeito, contudo a simplicidade de instalação e a facilidade com que é conseguido ver e editar os dados (Sherman, 2008), fazem do uDig uma opção a ter em conta na construção das suas soluções para uma larga franja de utilizadores.

Como aspectos positivos deste projecto destacam-se os seguintes:

- Suporte para uma vasta variedade de formatos de dados;
- Facilidade de instalação;
- Boa capacidade de visualização e edição;
- Expansível;
- Capacidade de edição de *WFS-T*;

- Ferramenta que permite a edição e validação de *SLD*.

Apresentam-se agora algumas áreas menos boas do software:

- A interface gráfica é ligeiramente diferente do usual em softwares SIG *Desktop*, o que provoca que a curva de aprendizagem possa ser ligeiramente superior;
- Pouca vitalidade demonstrada nos últimos anos;
- Ferramentas de análise espacial muito pobres ou inexistentes, com a ressalva de estar em processo final um projecto *Jgrass*⁴², que visa integrar nesta aplicação capacidades do *Grass*.

42 <http://www.jgrass.org>

Informação Geral	
Nome	uDIG (User Friendly Desktop Internet GIS)
Resumo	Pretende ser uma solução SIG <i>desktop</i> amigável e completa. Suporta servidores espaciais (<i>WMS</i> , <i>WFS</i>) e base de dados. De realçar o importante facto de ser no momento o único software <i>desktop</i> com capacidade de edição utilizando o <i>standard WFS-T</i> com as vantagens que daqui advêm.
Apoios	Suportado comercialmente pela empresa Refrations Research, Inc.
Licença	LGPL
Website	http://udig.refrations.net/
Sistemas Operativos	Windows, Linux e MAC OS X X
Antecessores	-
Desenvolvimento	
Tecnologias	JAVA sobre plataforma de desenvolvimento <i>Eclipse</i>
Pré-Requisitos	<i>Java Virtual Machine (JVM)</i>
Funcionalidades	Visualização e análise de dados com capacidades de análise limitadas.
Roteiro	http://jira.codehaus.org/browse/UDIG?report=com.atlassian.jira.plugin.system.project:roadmap-panel
Bug Tracking	http://jira.codehaus.org/browse/UDIG?report=com.atlassian.jira.plugin.system.project:openissues-panel
Funcionalidades Pedidas	http://jira.codehaus.org/browse/UDIG?report=com.atlassian.jira.plugin.system.project:openissues-panel
Versão Actual	uDIG 1.2
Ajuda e Suporte	
Documentação	http://udig.refrations.net/confluence/display/EN/Home
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	http://lists.refrations.net/pipermail/udig-users/ Canal de IRC (#udig on freenode)
Suporte Profissional	Refrations Research (http://www.refrations.net/products/udig/support/)
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	Apresenta-se fiel às especificações do OGC e tem um boa interligação ao <i>postGIS</i> . Reforça-se a ideia de ser o único projecto existente de momento a suportar a edição de dados vectoriais a partir do <i>standard WFS-T</i> .
Apreciação	Parece um projecto bem encaminhado, apesar de pouco dinâmico, com um bom suporte. A empresa que o sustenta possui boa reputação. Tem uma boa base de utilizadores.

Tabela 15: Tabela resumo do software uDIG (adaptada de Sveen, 2008)

3. OpenJUMP (*Open Java Unified Map Project*)

O projecto *OpenJUMP* foi iniciado pelo Comité de Desenvolvimento *JPP*, como tentativa de unificar os vários ramos do projecto *JUMP* (*Java Unified Mapping Platform*), criado pela empresa *Vivid Solutions*⁴³ que se mantém inactivo desde o final de 2004. O projecto *OpenJump* tal como o seu predecessor é escrito em *Java*, o que não obstante de os dois programas serem similares, apresentem algumas diferenças e incompatibilidades, nomeadamente ao nível da utilização dos seus *plugins*. Do projecto *JUMP* original destacam-se ainda mais alguns produtos derivados de algum sucesso: *DeeJUMP*, *SkyJUMP*, *PirolJUMP* e o *KOSMO* (Sherman, 2008).

O *OpenJUMP* encontra-se na versão 1.3, disponível para os sistemas operativos da *Microsoft*, *Mac* e *Linux* sendo distribuído sob licença *GPL*, com alguns componentes licenciados como *LGPL*. O projecto focou-se originalmente na edição de dados, essencialmente vectoriais (*OpenJUMP*, 2009).

Este software preenche a maioria das funcionalidades básicas de um software *SIG*, apesar da necessidade de instalar alguns *plugins* adicionais para se poder realizar tarefas como a impressão ou o acesso de leitura a bases de dados contidas no software *ArcSDE* da *ESRI*.

Este projecto pode-se classificar como estável, apesar de não ser dos mais activos no que se refere ao lançamento frequente de novas versões, uma vez que analisando as entradas nos fóruns de discussão e listas oficiais do projecto, estas não se reportam na sua grande maioria a erros encontrados, mas sim ao pedido de novas funcionalidades. As listas atrás mencionadas possuem uma relativa participação com médias de 50 entradas por mês na lista de utilizadores e 115 entradas por mês na lista de programadores, referindo-se estes números aos últimos meses de 2008 e primeiros de 2009 (Sveen, 2008).

No que se refere ao suporte técnico relativo ao *OpenJump*, o sítio da Internet apresente 12 empresas que oferecem serviços de apoio e desenvolvimento, além das listas supra mencionadas e de uma página *Wiki* que não é actualizada há algum tempo.

Como aspectos positivos do projecto *OpenJump* destacam-se os seguintes:

- Fácil Instalação;

⁴³ <http://www.vividsolutions.com/> (consulta em 12-6-2009)

- Boas ferramentas de edição;
- Suporte para uma variada gama de formatos;
- Suporte ao standard *WMS*;
- Ferramentas de geoprocessamento simples como *Buffer* e algumas operações espaciais;
- Permite efectuar e visualizar consultas espaciais, utilizando o PostGIS, via linguagem *SQL*
- Permite a validação de geometria.

O principal factor negativo prende-se com a existência de diferentes versões, cada uma com as suas especificidades e objectivos, tornando a escolha difícil.

Informação Geral	
Nome	OpenJUMP (<i>Open Java Unified Map Project</i>)
Resumo	Projecto SIG <i>desktop</i> principalmente vocacionado para dados vectoriais.
Apoios	Suportado comercialmente pela empresa <i>Vivid Solutions</i> (JUMP)
Licença	GPL e LGPL
Website	http://openjump.org/wiki/show/HomePage
Sistemas Operativos	<i>Windows, Linux e MAC OS X</i>
Antecessores	JUMP
Desenvolvimento	
Tecnologias	<i>JAVA</i>
Pré-Requisitos	-
Funcionalidades	Projecto vocacionado para visualização e análise de dados vectoriais com capacidades de análise espacial. Suporta a visualização de <i>rasters</i> .
Roteiro	Roteiro bastante limitando em http://openjump.org/wiki/show/Some+Possible+Goals+For+OpenJUMP
Bug Tracking	
Funcionalidades Pedidas	
Versão Actual	OpenJUMP 1.3
Ajuda e Suporte	
Documentação	http://www.openjump.org/wiki/show/Documentation Tem também documentação para programadores.
Documentação em Português	Alguma documentação em Português, consultável a partir do link da documentação.
Suporte Gratuito	
Suporte Profissional	http://www.openjump.org/wiki/show/Professional+Support
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	<i>O OpenJUMP tem recebido contribuições de muitos programadores profissionais (de empresas de SIG). Por isso, apresenta uma qualidade e uma robustez bastante boa.</i>
Apreciação	O OpenJUMP é decididamente uma boa opção para um SIG <i>desktop</i> em que o ênfase seja a manipulação de dados vectoriais. Tem a interface em Português (do Brasil).

Tabela 16: Tabela resumo do software OpenJUMP (adaptada de Sveen, 2008)

4. Quantum GIS

O projecto Quantum GIS foi fundado em Maio de 2002 com o propósito de construir um visualizador de dados SIG para *Linux*, este teria como características principais a sua rapidez e o suporte a uma vasta gama de fontes de dados, em particular o SGBDR Geográfico *PostGIS* (Sherman, 2008). Desde essa altura o *QGIS*, como é popularmente conhecido, tem crescido, tanto no cada vez maior número de formatos de dados que este suporta, como no número de utilizadores, não sendo indiferente a este número o facto de este software correr em distintas plataformas onde se incluem o *MAC OS X*, *Windows*, *BSD* e como não podia deixar de ser o *Linux* (QGIS, 2009).

O QGIS é utilizado na visualização e manipulação de dados vectoriais e *raster*, onde se destaca o seu suporte a dados armazenados em entidades *PostGIS*, recolhidos por *GPS* e vindos do software *GRASS*.

QGIS e GRASS

Segundo a opinião de Gary Sherman, fundador do *QGIS*, este software não pode ser considerado como uma aplicação SIG em toda a sua plenitude, uma vez que o autor apenas coloca nessa categoria o *GRASS* (Sherman, 2008). Assim, e com o intuito de melhorar as capacidades do *QGIS*, foi criado um *plugin* que torna este software num editor, visualizador e manipulador de dados *GRASS*, o que permite ao utilizador desempenhar muitas das operações, que antes estavam apenas ao alcance daqueles que dispunham do *GRASS*, sem sair do ambiente *QGIS*.

O *Quantum GIS* é uma aplicação que pode ser utilizada por todas as classes de utilizadores, pois possibilita que os mais inexperientes visualizem os seus dados, utilizadores intermédios podem facilmente editar e criar informação num vasto número de formatos e os mais experientes podem realizar as suas análises espaciais utilizando o *plugin GRASS*.

De seguida salientam-se alguns dos pontos considerados mais positivos que o QGIS oferece aos seus utilizadores:

- Suporte para uma vasta gama de formatos de dados quer *raster* quer *vectoriais*;
- Capacidades de edição;
- Boa capacidade de simbolização e visualização dos dados;
- Boa documentação;

- Forte comunidade de utilizadores, com apoio através de fóruns e listas de correio electrónico;
- Expansível dado o grande número de *plugins* existentes;
- Inclui *plugin* para trabalhar com unidades *GPS*;
- Boa integração com o *GRASS*, tirando partido das capacidades de visualização, edição e sobretudo análise espacial deste;
- Personalização utilizando a linguagem de programação *Python*, permitindo o desenvolvimento de novas ferramentas e *plugins*.

Como aspectos negativos destacam-se:

- Algumas limitações na etiquetagem (*labeling*), contudo têm vindo a ser corrigidas;
- As capacidades de impressão e composição de mapas são um pouco rudimentares;
- Incapacidade de criar topologia sem se recorrer ao *GRASS*;
- Incapacidade de guardar a simbologia em formato *SLD*.

Informação Geral	
Nome	Quantum GIS (QGIS)
Resumo	Pretende ser uma solução SIG <i>desktop</i> amigável, completa e multi-plataforma. Suporta dados <i>raster</i> , vectoriais, bases de dados e servidores espaciais (WMS, WFS).
Apoios	Voluntários, e um cantão Suíço.
Licença	GPL
Web site	http://www.qgis.org/
Sistemas Operativos	Windows, Linux e MAC OS X
Antecessores	GRASS
Desenvolvimento	
Tecnologias	C++, Qt e Python.
Pré-Requisitos	-
Funcionalidades	Funcionalidades típicas de um projecto SIG
Roteiro	https://trac.osgeo.org/qgis/roadmap
Bug Tracking	https://trac.osgeo.org/qgis/
Funcionalidades Pedidas	O mesmo endereço de Bug Tracking
Versão Actual	QGIS 1.5.0 "Tethys"
Ajuda e Suporte	
Documentação	Diversa documentação (manuais, workshops, brochuras) em http://www.qgis.org/en/documentation.html
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	http://lists.refractions.net/pipermail/udig-users/ Canal de IRC (#udig on freenode)
Suporte Profissional	Suporte profissional em Portugal, através da Faunalia.pt ⁴⁴ .
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	Apresenta excelentes capacidades quer de edição, quer de análise espacial graças aos inúmeros <i>plugins</i> que são possíveis de descarregar.
Apreciação	É um projecto com enorme vitalidade uma vez que apresenta uma versão sensivelmente a cada 3 meses, nos últimos anos. Em Portugal, começa a ter uma base de utilizadores bastante aceitável, para a qual tem contribuído a Faunalia.

Tabela 17: Tabela resumo do software Quantum GIS

⁴⁴ <http://www.faunalia.pt> (consulta em 12-11-2009)

5. SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses)

SAGA é um software SIG iniciado no final dos anos 90 por uma pequena equipa de investigadores do Departamento de Geografia Física da Universidade de *Göttingen*, na Alemanha. No entanto, em 2007 o centro de pesquisa e desenvolvimento do SAGA muda para Hamburgo, acompanhando grande parte da equipa de pesquisa que se transferiu para o Departamento de Geografia Física da Universidade desta cidade (SAGA, 2009).

Este projecto tem como principal objectivo a fácil e efectiva implementação de algoritmos espaciais, oferecendo um elevado e crescente conjunto de métodos de análise espacial, aliado a um interface gráfico de simples acesso ao utilizador. A linguagem de programação utilizada na sua construção é o C++ e o software é compatível quer com sistemas operativos da *Microsoft*, quer com *Linux*. O SAGA é licenciado sob *GPL* à excepção da sua *API* que é licenciada sob *LGPL*.

As grandes capacidades de análise espacial fazem deste software bastante popular sobretudo junto da comunidade científica.

Como pontos positivos destacam-se:

- As grandes capacidades de análise espacial;
- A existência de vários algoritmos aplicados, por exemplo à hidráulica.

Como factores menos bons:

- Pouca documentação;
- A sua menor vocação para a gestão e visualização de IG, tarefas fundamentais de uma Autarquia.

Informação Geral	
Nome	SAGA (<i>System for Automated Geoscientific Analyses</i>)
Resumo	Software SIG especialmente vocacionado para a análise espacial, dispondo de um interessante conjunto de módulos que implementam um largo conjunto de algoritmos geoesapaciais.
Apoios	Universidade de Göttingen (inicialmente) e Universidade de Hamburgo (presentemente).
Licença	GPL e LGPL (API)
Website	http://www.saga-gis.org/
Sistemas Operativos	MS Windows e Linux
Antecessores	-
Desenvolvimento	
Tecnologias	C++, com <i>wxWidgets</i>
Pré-Requisitos	-
Funcionalidades	Funcionalidades vocacionadas para a Análise Espacial suportadas por mais de 300 módulos disponíveis (versão 2.0.3)
Roteiro	http://sourceforge.net/tracker/?group_id=102728
Bug Tracking	http://sourceforge.net/tracker/?atid=632652&group_id=102728&func=browse
Funcionalidades Pedidas	http://sourceforge.net/tracker/?atid=632655&group_id=102728&func=browse http://sourceforge.net/tracker/?atid=632655&group_id=102728&func=browse
Versão Actual	SAGA 2.0.3
Ajuda e Suporte	
Documentação	Manual do utilizador.
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	http://sourceforge.net/forum/?group_id=102728
Suporte Profissional	-
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	SIG com um vasto leque de funcionalidades essencialmente no domínio da análise espacial, sendo especialmente vocacionado para a investigação.
Apreciação	Embora seja muito potente, o SAGA não é um sistema muito amigável uma vez que não possui muita documentação. O seu desenvolvimento mantém-se muito ligado a uma Universidade, sendo mais recomendado para situações onde se privilegie a análise espacial.

Tabela 18: Tabela resumo do software SAGA

6. KOSMO

O *KOSMO desktop*, é um software que data de Abril de 2006, e é um descendente do JUMP, tal como o *OpenJump* já mencionado. Desde o seu lançamento, já saíram 7 versões, o que atesta da vitalidade deste projecto. A ideia deste projecto não se esgota no software e há a clara intenção de alargar a gama de produtos aos dispositivos móveis e servidores de mapas.

O enfoque, do desenho e arquitectura deste software, é dado na gestão e análise de IG através de SGBDR Geográficos. A estabilidade e a usabilidade são os objectivos de referência deste software produzido pela SAIG, S.L. (*Sistemas Abiertos de Información Geográfica, S.L.*)

Como pontos positivos deste projecto destacam-se:

- A capacidade de criar topologia de dados vectoriais;
- Boas ferramentas de edição.

Como factores menos positivos, apresentam-se os seguintes:

- Não implementa a norma *WFS* da OGC;
- Não possui uma grande comunidade de utilizadores no nosso país.

Informação Geral	
Nome	KOSMO (<i>KOSMO Desktop</i>)
Resumo	O <i>Kosmo</i> pretende ser um SIG “corporativo”, com múltiplas vertentes.
Apoios	Sistemas Abiertos de Información Geográfica S.L. (SAIG S.L.)
Licença	GPL
Website	http://www.opengis.es/
Sistemas Operativos	MS Windows e Linux
Antecessores	<i>JUMP</i>
Desenvolvimento	
Tecnologias	<i>JAVA</i>
Pré-Requisitos	-
Funcionalidades	O <i>Kosmo</i> tem as funcionalidades típicas de um SIG <i>desktop</i> . Lê uma vasta diversidade de formatos.
Roteiro	-
<i>Bug Tracking</i>	-
Funcionalidades Pedidas	-
Versão Actual	<i>KOSMO 2.0</i>
Ajuda e Suporte	
Documentação	Relativamente bem documentado em Castelhana e Inglês. Disponível em http://www.opengis.es/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=19&Itemid=42
Documentação em Português	Documentação em Português, em http://www.territoriolivre.net/
Suporte Gratuito	Listas em Castelhana e Inglês
Suporte Profissional	SAIG
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	O KOSMO apresenta-se como um projecto estável, promovido por uma empresa espanhola. Tem uma base grande de utilizadores.
Apreciação	O KOSMO é um SIG <i>desktop</i> robusto, com boas capacidades de edição. Destaca-se também a capacidade de implementar topologia em dados vectoriais.

Tabela 19: Tabela resumo do software KOSMO

ANEXO 3 - SOFTWARE WEB SIG

1. GeoServer

O *GeoServer* é um software servidor de IG, desenvolvido em JAVA que permite publicar IG via Internet. este, implementa vários *standards* definidos pela OGC, como: WMS , WFS, WFS-T (que permite a partilha e edição de informação Geográfica vectorial) e WCS. A integração do OpenLayers no *GeoServer* é uma forma de se poder visualizar quase instantaneamente os dados publicados, de uma forma simples e rápida.

O *GeoServer* é desenvolvido sobre *GeoTools*, uma API Java de código aberto para soluções SIG.

O grande objectivo deste programa é facilitar a utilização e suporte para os padrões abertos, com a finalidade de qualquer pessoa poder facilmente partilhar a sua informação geográfica de uma forma simples e completamente interoperável (GeoServer, 2010).

O *GeoServer* tem ao longo dos últimos tempos vindo a sofrer actualizações regulares, terminando com alguns erros e implementando novas funcionalidades, pelo que se pode considerar um projecto bastante activo. As suas listas de apoio são bastante participativas e existe mesmo uma lista do Brasil que pode ajudar a resolver alguns problemas.

As maiores vantagens da utilização deste software consistem em:

- Inteiramente compatível com as especificações WMS, WCS e WFS e WFS-T;
- Fácil utilização através de ferramenta de administração via web – não sendo por esta razão criar ficheiros de configuração, que numa primeira fase apenas ajudarão a confundir;
- Suporte para *PostGIS*, *Shapefile*, *ArcSDE* e *Oracle*.
- Saída do *Web Map Service* como JPEG, GIF, PNG, SVG e GML.
- Suporte para SLD;
- Suporte completo a filtros em todos os formatos de dados no WFS.;
- Projectado para receber extensões.

Como pontos menos positivos destaca-se uma limitação que consistem e não permitir definir convenientemente uma política de segurança aos dados.

Informação Geral	
Nome	GeoServer
Resumo	Software servidor que permite partilhar, ver e editar informação geográfica.
Apoios	OpenGeo
Licença	GPL
Website	http://geoserver.org
Sistemas Operativos	MS Windows e Linux
Antecessores	-
Desenvolvimento	
Tecnologias	JAVA
Pré-Requisitos	Java Virtual Machine
Funcionalidades	O GeoServer permite implementar os Standards WMS, WFS, WFS-T e WCS, da OGC. Permite aceder a dados via <i>Shapefile</i> , <i>PostGIS</i> , <i>ArcSDE</i> e vários formatos de imagem.
Roteiro	http://geoserver.org/display/GEOS/Roadmap
Bug Tracking	http://jira.codehaus.org/browse/GEOS
Funcionalidades Pedidas	http://geoserver.org/display/GEOS/GeoServer+Improvement+Proposals
Versão Actual	GeoServer 2.0.2
Ajuda e Suporte	
Documentação	Bem documentado em Inglês. Disponível em http://docs.geoserver.org/stable/en/user/
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	Listas em Inglês e Português (Brasil)
Suporte Profissional	OpenGeo
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	O GeoServer é um software com grande vitalidade quer por parte dos utilizadores, quer por parte da equipa de desenvolvimento, lançando periodicamente novas versões ao público.
Apreciação	O GeoServer é um software robusto, com boas funcionalidades quer de acesso a dados, quer em relação à sua disponibilização. Tem a vantagem em relação aos seus concorrentes mais directos de apresentar um interface gráfico que em muito auxilia o utilizador menos experiente.

Tabela 20: Tabela resumo do software GeoServer

2. UMN MapServer

O MapServer, é um software de publicação de IG na Internet, que permite publicar informação sobre um vasto conjunto de formatos de dados. Este projecto iniciou-se na Universidade de Minnesota (UMN) em cooperação com a NASA, sendo actualmente mantido apenas pelos primeiros (Mapsever, 2010).

É um projecto bastante maduro e bastante estável. Apesar de não sair uma nova versão em ciclos tão próximos como os do GeoServer, é também uma boa opção a ter em conta.

AS principais vantagens do *MapServer*, consistem em:

- Desenho de camadas e execução de aplicativos dependentes de escala ;
- A publicação de mapas é feita através da construção de ficheiros, *mapfiles*, altamente personalizáveis ;
- Utilização de ambientes de desenvolvimento e linguagens de *script* como: *PHP*, *Python*, *Perl*, *Ruby*, *Java*, e *C#* ;
- É um sistema multi-plataforma: *Linux*, *Windows*, *Mac OS X*, *Solaris*;
- Implementa bons níveis de segurança.

Como pontos negativos apresentam-se fundamentalmente a falta de um interface-gráfico, principalmente para utilizadores com pouca experiência.

Informação Geral	
Nome	<i>UMN MapServer</i>
Resumo	O <i>MapServer</i> é um <i>software</i> servidor de Informação Geográfica, que implementa os vários <i>standards</i> OGC, além de bases de dados PostgreSQL/PostGIS, ArcSDE e <i>Shapefile</i> .
Apoios	<i>University of Minnesota (UMN)</i>
Licença	X/MIT
Website	http://mapserver.org/
Sistemas Operativos	<i>MS Windows, MAC OS X e Linux</i>
Antecessores	-
Desenvolvimento	
Tecnologias	Escrito maioritariamente em C.
Pré-Requisitos	-
Funcionalidades	Implementa WMS, WFS, WCS e WMC.
Roteiro	http://trac.osgeo.org/mapserver/roadmap
Bug Tracking	http://trac.osgeo.org/mapserver/
Funcionalidades Pedidas	http://trac.osgeo.org/mapserver/report
Versão Actual	<i>MapServer 5.6.5.</i>
Ajuda e Suporte	
Documentação	Bem documentado, com alguns tutoriais de iniciação. Disponível em http://mapserver.org/documentation.html
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	Lista em Inglês
Suporte Profissional	-
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	O <i>MapServer</i> é um <i>software</i> bastante popular no seu segmento e com grande vitalidade.
Apreciação	O <i>MapServer</i> é <i>software</i> servidor de IG via Internet, bastante robusto que implementa a maioria dos <i>standards</i> OGC, à excepção do <i>WFS-T</i> . Para utilizadores novatos, pode apresentar algumas dificuldades iniciais de implementação por não possuir interface gráfico.

Tabela 21: Tabela resumo do software MapServer

ANEXO 4 -SOFTWARE SGBDR GEOGRÁFICO

1. PostgreSQL/PostGIS

O *PostGis* é um dos softwares FOSS mais utilizado no mundo inteiro, em projectos de vária ordem de onde se destaca, discutindo mesmo com algumas das melhor soluções COTS. Funciona sob o SGBDR PostgreSQL, aumentando-lhe assim, as suas capacidades geográficas que este ainda não possui.

A maior parte dos restantes programas, quer clientes desktop, ou mesmo servidores Web SIG garantem a interoperabilidade entre com este. É um projecto já bastante maduro, com um nível de actualizações frequente.

As principais vantagens deste software incluem:

- Número de utilizadores espalhados pelo mundo atestam a qualidade do projecto;
- Implementa um *standard* OGC denominado por *Simple Feature Specification* para SQL.
- Forte comunidade de utilizadores em Portugal;
- Implementa índices espaciais
- Robustez e fiabilidade comprovadas;
- As novas versões já apresentam a possibilidade de guardar e manipular *rasters*.

Informação Geral	
Nome	<i>PostGIS</i>
Resumo	O postGIS é a componente geográfica do SGBDR PostgreSQL. Este conjunto tornou-se no SGBDR Geográfico FOSS de mais sucesso em Portugal e também no resto do mundo
Apoios	Refractions
Licença	GPL
Website	http://www.postgis.org/
Sistemas Operativos	<i>MS Windows, MAC OS X e Linux</i>
Antecessores	
Desenvolvimento	
Tecnologias	<i>JAVA</i>
Pré-Requisitos	PostgreSQL
Funcionalidades	O PostGIS possui uma enorme variedade de funções geoespaciais, e implementa a norma OGC <i>Simple Feature Specification</i> para SQL.
Roteiro	http://trac.osgeo.org/postgis/roadmap
Bug Tracking	http://trac.osgeo.org/postgis/
Funcionalidades Pedidas	http://trac.osgeo.org/postgis/query?status=!closed&order=id&desc=1&type=enhancement
Versão Actual	<i>PostGIS 1.5.2</i>
Ajuda e Suporte	
Documentação	Relativamente bem documentado em Inglês. Disponível em http://postgis.refractions.net/documentation/
Documentação em Português	-
Suporte Gratuito	Listas em Inglês.
Suporte Profissional	<i>Refractions, OpenGeo.</i>
Síntese Qualitativa	
Tendência geral	O PostGis é um software com bastante apoio técnico, visibilidade e qualidade garantida o que faz com que actualmente sejam um dos projectos mais utilizados.
Apreciação	É um SGBDR Geográfico bastante robusto e fiável, com uma grande variedade e qualidade de funcionalidades. Assenta sob um <i>standard</i> OGC, <i>Simple Feature Specifications for SQL</i> . É sem dúvida actualmente a melhor solução para qualquer utilizador.

Tabela 22: Tabela resumo do software PostGIS